

**UNTERSUCHUNGEN ZUR BEWEGUNGSGESCHWINDIGKEIT ALS
BELASTUNGSKENNZIFFER IM KRAFTTRAINING SOWIE ZUR
SCHNELLKRAFT- UND SCHNELLKRAFTAUSDAUERFÄHIGKEIT ALS
FAKTOREN DER STRUKTUR PERSONELLER LEISTUNGSVORAUS-
SETZUNGEN IN AUSDAUERSPORTARTEN AM BEISPIEL VON
RUDERSPORTLERN**

H A B I L I T A T I O N S S C H R I F T

zur Erlangung der Lehrbefähigung
für das Fach Sportwissenschaft (Trainingswissenschaft)

vorgelegt dem Fakultätsrat der Philosophischen Fakultät IV

der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Dr. paed. **Gerhart Bayer**

geb. am 11. 11. 1952 in Berlin

Gutachter/Gutachterin:

1. Prof. Dr. Friedrich Mahlo
2. Prof. Dr. Manfred Reiß
3. Prof. Dr. Günter Tidow

Bayer, Gerhart

Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskomponente im Krafttraining sowie zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit als Faktoren der Struktur personeller Leistungsvoraussetzungen in Ausdauersportarten am Beispiel von Rudersportlern

Zusammenfassung

Das Untersuchungsziel bestand in der Klärung der Bewegungsgeschwindigkeit als zusätzliche Belastungsgröße im Krafttraining und als Objektivierungsgröße der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit in der Leistungsstruktur von Ausdauersportarten am Beispiel des Ruderns.

Die theoretischen Annahmen und der Untersuchungsverlauf bestätigten die Relevanz einer strikten Unterscheidung zwischen biomechanischer Meßgröße (Geschwindigkeit) und der Fähigkeit (Schnelligkeit), um trainingsmethodische Fehlschlüsse zu verhindern.

Als zusätzliche Belastungsdosierungsgröße im bereits bestehenden Kennziffernsystem des Krafttrainings erwies sich die Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit als eine wesentliche Leistungsreserve. Mit der zusätzlichen Objektivierung und Aussteuerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining erreicht die Hauptbelastungskennziffer Kraft die höhere Qualität Leistung, wodurch eine Steigerung der mechanischen Leistungsabgabe bzw. der muskelmechanischen Antriebsleistung und damit der Bewegungsleistung erfolgt.

Die Differenzierungen im Kraftanstiegsverhalten zyklischer Anforderungen entsprechen analog den Erscheinungen azyklischer Bewegungen wie dem Schnellkraftindex (Werchoschanski/Tatjan 1975), der Explosiv- und Approximationskraft (Schmidtbleicher 1980) oder dem Kraftgradienten, werden aber gegenwärtig nicht im Krafttraining von Ausdauersportarten objektiviert, quantifiziert oder gar direkt gesteuert bzw. trainiert.

Präzisiert für das Rudern und damit relevant für die Kraftausdauersportarten insgesamt sind die Schnellkraftausdauer und die Schnellkraft als Fähigkeit zur Kraftentfaltung in den funktionell relevanten Phasen der Einzelzyklen bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit, oder allgemeiner, als qualitative Ausprägungen des Kraftanstiegverhaltens zyklischer und azyklischer Basiskraftfähigkeiten (Kraftausdauer- und Maximalkraftfähigkeit) zu definieren.

Schlagworte: Schnellkraftausdauerfähigkeit, Leistungsstruktur, Krafttraining, Rudern

Bayer, Gerhart

Investigations on the movement-velocity as a parameter of the load in strength training as well as on the power- and power-endurance-ability as factors of the structure of personnel performance prerequisites in endurance events by way of example of rowers

Abstract

The aim of this investigation was to clarify the velocity of movement as an additional parameter of the load in strength training and as a parameter of objectivity of the power ability and the power endurance ability in the performance structure of endurance events by way of example of rowing.

The theoretical assumptions and the investigations affirm the relevance of a strict differentiation between biomechanic data (velocity) and the ability (speed) in order to prevent misinterpretations in the methodology of training.

The control of the velocity of movement as an additional parameter of the load dosage within the existing system of data in the strength training has proven to be an essential reserve of performance. Due to the additional objectivity and control of the movement-velocity the strenght as a major parameter of load reaches a higher quality meaning power. Thus an increase of the mechanic power or of the muscle-mechanic drive and so of the power of motion is reached. The differentiations within the force-time-path of cyclic demands are in accordance with the phenomina of non-cyclic movements such as the power-index (Werchoschanski/Tatjan 1975), the explosive strenght and the approximation strenght (Schmidtbleicher 1980) or of the gradient of force. But these phenomina are not properly regarded in the strength training of endurance events. Relevant to rowing and therefore to the strength endurance events as a whole the power endurance and the power capacities to exert a force on the functionally relevant phases of the monocycles till the point of maximum velocity, or more generally said, the qualitative shaping of the increase of force of cyclic and non-cyclic basis-strength-abilitys (strength endurance and maximum strength abilities) are to defined.

Keywords: power endurance, performance structure, strength training, rowing

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
Vorbemerkungen	5
1. Problemstellung	6
2. Ableitung der Grundstandpunkte des Herangehens an die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit sowie zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit	10
3. Ziel- und Aufgabenstellung der Arbeit	19
4. Theoretische Grundpositionen zur Bewegungsgeschwindigkeit und ihrer Beziehungen zu ausgewählten Hauptfaktoren der Leistungsstruktur und zur Bewegungsleistung sowie zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit unter besonderer Berücksichtigung in den Ausdauersportarten	21
4.1. Die Bewegungsgeschwindigkeit und ihre funktionellen Beziehungen zu unter konditioneller Sicht ausgewählten Faktoren der Leistungsstruktur und zur Bewegungsleistung - allgemeines Grundmodell leistungsstruktureller Hauptparameter	21
4.1.1. Die allgemeinen funktionellen Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit zur Bewegungskraft	22
4.1.2. Die allgemeinen funktionellen Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit zur Bewegungsdauer	32
4.1.3. Die allgemeinen funktionellen Beziehungen der Bewegungskraft zur Bewegungsdauer	35
4.1.4. Die allgemeinen komplexen funktionellen Beziehungen von Bewegungsgeschwindigkeit, -kraft und -dauer sowie der Bewegungsleistung	39
4.2. Allgemeine kinematische und dynamische Kennzeichnung der Ruderwettkampfbewegung (Ansätze der Bewegungsgeschwindigkeit)	44
4.3. Zur Schnellkraft-, Schnelligkeitsausdauer-, Kraftausdauer- sowie zur Schnellkraftausdauerfähigkeit - Grundmodell der Basisleistungsfähigkeiten	57
4.3.1. Die Schnellkraftfähigkeit im Korrelationsfeld von Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit	60
4.3.2. Die Schnelligkeitsausdauerfähigkeit im Korrelationsfeld von Schnelligkeits- und Grundlagenausdauerfähigkeit	65
4.3.3. Die Kraftausdauerfähigkeit im Korrelationsfeld von Maximalkraft- und Grundlagenausdauerfähigkeit	67

4.3.4.	Die Schnellkraftausdauerfähigkeit als Ausdruck der komplexen Beziehungen zwischen den konditionellen Basisleistungsfähigkeiten	70
4.3.5.	Wissenschaftsdisziplinäre Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit	75
4.3.5.1.	Biomechanische Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit	76
4.3.5.2.	Biologisch-physiologische Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit	83
4.3.5.3.	Handlungsregulativ-motorische Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit	95
4.4.	Allgemeine Kennzeichnung der konditionellen Anforderungen von Wettkämpfen in Ausdauersportarten am Beispiel des Ruderns - Struktur der konditionellen Leistungsvoraussetzungen	107
4.5.	Kennzeichnung des erreichten Erkenntnisstandes zur Belastungsgestaltung im Krafttraining des DRSV im Rahmen der Trainingsmethodischen Grundkonzeption	111
4.5.1.	Zum erreichten Stand der Erkenntnisse über das Belastungsparametersystem im Krafttraining des DRSV	111
4.5.1.1.	Beschreibung des Belastungskennziffernsystems im Krafttraining des DRSV	111
4.5.1.2.	Schlußfolgerungen für trainingsmethodische Untersuchungen zur Vervollkommnung des Belastungskennziffernsystems im Krafttraining des Ruderns	118
4.5.2.	Zum erreichten Stand der Erkenntnisse über die Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Krafttraining des DRSV	120
4.5.2.1.	Beschreibung der bisherigen leistungsstrukturell abgeleiteten trainingsmethodischen Grundlinie im Krafttraining des DRSV	120
4.5.2.2.	Schlußfolgerungen für trainingsmethodische Untersuchungen zur Überprüfung der Notwendigkeit einer Erweiterung des Fähigkeitsaspektes im Krafttraining des Rudersports	125
5.	Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskennziffer im Krafttraining und zur Schnellkraft- sowie Schnellkraftausdauerfähigkeit in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns am Beispiel einer Haupttrainings- und Testübung	126
5.1.	Untersuchungsanlage	126

5.1.1.	Fragestellungen und Hypothesen	126
5.1.2.	Untersuchungs- und Auswertungsmethodik	128
5.1.2.1.	Untersuchungs- und Auswertungsmethodik zur Aufklärung der Bewegungsgeschwindigkeit	131
5.1.2.2.	Untersuchungs- und Auswertungsmethodik für die Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeitsdiagnostik	133
5.1.3.	Untersuchungspopulation, -zeitraum und Kooperation	135
5.2.	Ergebnisse der Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskennziffer im Krafttraining	136
5.3.	Ergebnisse der Untersuchungen zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns	164
6.	Zusammenfassung und Ausblick	178
	Literaturverzeichnis	187
	Eidesstattliche Erklärung	204
	Anhang	205
	Thesen zur Arbeit	

Vorbemerkungen

Das Anliegen der vorliegenden Arbeit entstand im Prozeß der Kooperationsforschung der Sektion Sportwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin mit dem Deutschen Rudersportverband (DRSV) der DDR. Eingebunden in diese Thematik befaßte und befaßt sich z.T. noch die Forschungsgruppe „Krafttraining“, deren Mitglied der Autor ist, mit den Problemen, welche unter diesem Namen zu subsumieren sind.

In der langjährigen Arbeit dieser Forschungsgruppe (seit 1972) wurden unter Leitung von Prof. Dr. sc. F. Mahlo viele theoretische Ansätze durch entsprechende Untersuchungen für eine Nutzung in der Trainingspraxis aufgearbeitet und in die Praxis überführt. Die Erkenntnisse der vorliegenden Schrift sollen über den Rahmen dieser Thematik hinausgehen, aber trotzdem einen Beitrag für eine derartige Zusammenarbeit im Spannungsfeld der angewandten Forschung liefern. In den Verlauf der Untersuchungen fielen die denkwürdigen Ereignisse der Wiedervereinigung Deutschlands seit Herbst 1989, die sich auch auf den DRSV sofort massiv auswirkten. Der Autor war bemüht, Erkenntnisse zusammenzutragen und zu schaffen, die trotz ihrer Spezifik einer Prüfung aus unterschiedlicher Sicht standhalten und in jedem Fall einen wenn auch bescheidenen Beitrag zur weiteren Entwicklung der Trainingswissenschaft und des Rudersportes leisten können. In diesem Kontext ist darauf hinzuweisen, daß sich die Arbeit als ein Beispiel versteht, wie die trainingswissenschaftliche Forschung den praktischen trainingsmethodischen Problemen Rechnung tragen kann.

Besonders sei hier Prof. Dr. sc. F. Mahlo als mein Lehrer in der Trainingswissenschaft und langjähriger Leiter der Forschungsgruppe Krafttraining sowie Prof. Dr. sc. P. Schwanitz in seiner Eigenschaft als Leiter der Kooperationsforschung Rudern und später als Direktor des Institutes für Sportwissenschaft der Humboldt-Universität genannt, da ihr engagiertes Wirken in mehrfacher Hinsicht grundlegenden Einfluß auf das Entstehen dieser Arbeit hatte.

Wesentlich ist in diesem Zusammenhang auch, daß die Erkenntnisse in Theorie und Praxis Ergebnis einer komplexen und differenzierten Zusammenarbeit vieler Partner war. Hervorheben möchte ich an dieser Stelle die Zusammenarbeit mit den Praxispartnern des DRSV der DDR J. Grobler (Verbandstrainer Frauen), K.-D. Bähr und D. Behrendt (Trainer beim Sportklub Berlin-Grünau), H. Buschbacher (Trainer beim Sportklub Dynamo Berlin) sowie den Mitarbeitern der Forschungs- und Entwicklungsstelle des DRSV (Dipl.-Ing. M. Hoffmeister, Ing. Ing. L. Karl).

1. Problemstellung

Die Problemstellung für die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining entstand aus der allgemeinen Zielstellung, einen Beitrag zur weiteren Leistungssteigerung von Sportlern des DRSV der DDR mittels Qualifizierung des Trainingsprozesses zu leisten. Mit den Untersuchungen der Forschungsgruppe Krafttraining war ein wesentlicher Bereich des Konditionstrainings bis hin zu den Verbindungsstellen der Vervollkommnung angrenzender Leistungsfaktoren abzudecken. Mit der gezielten Beeinflussung des Leistungsfaktors Kraft sollten die Sportler in die Lage versetzt werden, unter den konkreten Bedingungen des Wettkampfes eine sportliche Leistung zu vollbringen, welche die angestrebte Platzierung bzw. den Sieg ermöglicht. Für den Seniorenbereich des DRSV der DDR bedeutete dies ein permanentes Suchen und Erproben von Möglichkeiten, mit dem realisierbaren Trainingsregime die aktuelle Grenze der menschlichen Leistungsfähigkeit im Ruderwettkampf gezielt hinauszuschieben. Dabei zeigten sich sowohl in der Aufklärung der Kausalität der Ruderleistung als auch in ihrer trainingsmethodisch gezielten Beeinflussung erhebliche Lücken neben umfangreichem, gesichertem Wissen, welche unabhängig von aktuellen Entwicklungen Beiträge zu ihrer Verringerung erfordern.

Im Ruderwettkampf besteht wie in anderen Ausdauersportarten das Ziel, sich mit der höchstmöglichen Geschwindigkeit fortzubewegen (bei Beachtung biomechanisch sinnvoller Geschwindigkeitsverläufe), um die Wettkampfdistanz von 2000 m in einer möglichst kurzen Zeit zurückzulegen. Damit ist das Erreichen eines hohen Mittelwertes der Bewegungsgeschwindigkeit zentrale Aufgabe im Ruderwettkampf. Die Analyse der Fahrzeiten zu den Wettkampfhöhepunkten (OS, WM) der letzten Jahre ergibt, trotz wechselnder äußerer Bedingungen, daß sich der Trend der Fahrzeitreduzierung bzw. Bootsgeschwindigkeitserhöhung fortsetzt (Fehling/Dreager 1989, 139). Die Progression ist in den Bootsklassen unterschiedlich und verläuft nicht linear, beträgt aber, trotz rückläufiger Tendenz, gegenwärtig 1,5 bis 2% im Durchschnitt eines Olympiazklus (a.a.O.). Diese Leistungsentwicklung ist nur bei Nutzung aller personellen und materiell-technischen (hier vor allem Bootsgeräteentwicklung) Leistungsvoraussetzungen möglich.

Die zielgerichtete Vervollkommnung der personellen Leistungsvoraussetzungen ist an eine Analyse des wettkampfspezifischen Leistungsvollzuges unter dem betreffenden Aspekt gebunden, um so Ableitungsebenen für das Konditionstraining zu schaffen. Die Bootsgeschwindigkeit wird vom Ruderer über die Gestaltung der Innenhebelgeschwindigkeit realisiert, d.h. bei sonst gleichbleibenden Bedingungen (Bootstrimmung, Schlagfrequenz und sportliche Technik) wird die Steigerung der Bootsgeschwindigkeit vom Sportler nur über den Weg der Innenhebelgeschwindigkeitssteigerung erreicht. Auf dieser Ebene werden Teil- und Teilkörperbewegungen bzw. -geschwindigkeiten als Relativgeschwindigkeiten analysierbar. Sie bestimmen die Innenhebelgeschwindigkeit und darüber vermittelt die Bootsgeschwindigkeit. Unter konditionellem Aspekt erfolgt eine Orientierung auf die Durchzugsphase, da sie besonders bedeutsam für die Erzeugung des Bootsforttriebes ist und vorrangig konditionell abgesichert werden muß, während im Freilauf höhere und dynamischere Geschwindigkeitsverhältnisse herrschen, die jedoch weit stärker bewegungstechnisch bedingt und vorrangig koordinativ-technisch bewältigt werden müssen. Während die Ebene der Innenhebelbewegung die Ableitungsebene für das spezifische und semispezifische Krafttraining darstellt, ist die Ebene der Teilkörperbewegungen die praktikable Ebene für Ableitungen des Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln. Die Anwen-

derung allgemeiner Trainingsmittel ermöglicht die direkteste Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten, da hier bei einer einfachen Bewegungsausführung (geringe bewegungstechnische und koordinative Anforderungen) hohe lokale Belastungen abgefordert werden, was im spezifischen Training nicht möglich ist. Das Training in den funktionellen Teilkörperbewegungen des Ruderns (Beinstoß, Rumpfstreckung, Armzug) wahrt den speziellen Trainingscharakter.

Die Kraftdiagnostik und das Krafttraining sind auf das Maximum des Krafteinsatzes und auf die mögliche Höhe des Krafteinsatzes bei vorgegebener wettkampfadäquater Wiederholungszahl ausgerichtet. Weitere Dosierungsgrößen der Belastungsanforderung sind die Bewegungsfrequenz, die Pausengestaltung und die Bewegungsgüte (vgl. Mahlo 1987, 190ff.). Der bisherige Ansatz im Krafttraining beruht also auf der Maximierung der Krafteinsätze, die im Mittel bei etwa 200 bis 240 Wiederholungen realisierbar sein müssen. Dies bedeutet die Bereitstellung einer möglichst hohen Kraftausdauerfähigkeit durch die Gestaltung eines optimalen Kraft-Ausdauer-Verhältnisses und die Ausprägung der komplexen Leistungsvoraussetzung Kraftausdauerfähigkeit (partiell und komplex, allgemein und spezifisch). Obwohl dieser Ansatz das wesentlichste Problem der konditionellen Leistungsvoraussetzungen erfaßt und seine Potenzen als noch nicht vollständig ausgeschöpft angesehen werden können, zeigten sich Grenzen hinsichtlich seiner Beitragsfähigkeit zur Erhöhung der Antriebskräfte und der Bewegungsgeschwindigkeit im Boot. Ausdruck dessen ist, daß mit ansteigendem Niveau der Kraftfähigkeiten und deren verringerter Streubreite ihr statistisch nachzuweisender Einfluß auf die Ruderleistung abnimmt. Demnach bleiben sie zwar trainingsmethodisch bedeutsam, aber sie verlieren ihren limitierenden Charakter. Reserven sind sowohl beim effektiven Erreichen normgerechter partieller und semispezifischer Maximal- und Kraftausdauerfähigkeiten als auch bei deren Nutzung für semispezifische und spezifische Anforderungen erkennbar. Immer wieder zeigte und zeigt sich das Problem der Umsetzung konditioneller Leistungsvoraussetzungen in spezifische Leistung als eine Hauptleistungsreserve. Auch dieses Problem trifft für die Ausdauersportarten und darüber hinaus allgemein zu und wurde hier ebenfalls nachgewiesen - z.B. im Radsport (Hunger/Böhme/Kettmann u.a. 1987). Das sogenannte Umsetzungsproblem beinhaltet im konditionellen Bereich allgemein und speziell im Krafttraining stets mindestens zwei Komplexe. Schematisiert sind dies

- bewegungsstrukturelle (formelle) Verbindungen und
- fähigkeitsbezogene (inhaltliche) Verbindungen

zwischen spezifischen, semispezifischen und relativ allgemeinen, aber noch speziellen Leistungen. Die Einteilung in allgemeine und spezielle Kraftübungen (vgl. Harre/Hauptmann 1983, 208-209; Harre/Hauptmann/Minow 1989, 199; Thieß/Schnabel u.a. 1986, 93) ist für die differenzierten Anforderungen der Trainingspraxis zu grob, so daß die hier angeführte Differenzierung des speziellen Krafttrainings vorgenommen bzw. angewendet wird. Dies entspricht weitgehend der Einteilung in Wettkampfübungen, Spezialübungen I und Spezialübungen II nach Schröder/Harre/Bauersfeld (1986, 138-140) oder in Wettkampf-, spezielle und allgemeine Übungen nach Schröder (1969, 996-997 - vgl. auch Kap. 4.5. der vorliegenden Arbeit).

Das Umsetzungsproblem wirft Fragen auf, die im Faktorenspektrum zwischen der biomechanischen Beschreibung der Wettkampfleistung und der Gestaltung des Konditionstrainings mit allgemeinen Mitteln angesiedelt sind. Im DRSV der DDR, wie allgemein, lagen nicht ausreichend differenzierte Lösungsansätze für dieses Problem vor. Dies beginnt bereits bei der mangelnden Definition und Abgrenzung dieser Pro-

blematik. Während für den bewegungsstrukturellen Aspekt eine als weitgehend abgeschlossen erscheinende Konzeption durch das Vorgehen vom Allgemeinen zum Spezifischen und vom Partiellen zum Komplexen vorliegt, ist der fähigkeitsbezogene Aspekt noch stark durch offene Fragen gekennzeichnet, soweit diese bereits erkannt oder gar formuliert wurden. Für die Ausschöpfung der Leistungsreserven im speziellen Krafttraining mit allgemeinen Mitteln sind die betreffenden Aussagen für den spezifischen Bewegungsvollzug zu abstrakt und komplex validiert und stellen eine notwendige, aber keine hinreichend eindeutige Bezugsebene dar. Für sichere Aussagen zum Krafttraining mit allgemeinen Mitteln sind Untersuchungen auf den Trainings- und Testebenen niedrigerer Spezifität bis hin zum Krafttraining mit allgemeinen Mitteln selbst (sofern diesem eine hohe Relevanz im Trainingsregime der betreffenden Sportart eingeräumt werden muß) notwendig.

Bereits im Trainingsjahr 1980/81 wurden Grundvarianten des Krafttrainings (klassisches Maximalkrafttraining, Kraftausdauertraining mit erhöhten Zusatzlasten und ein frequenzorientiertes Kraftausdauertraining) im Rahmen von Untersuchungen der Forschungsgruppe (FG) Krafttraining in einem Trainingsexperiment erprobt und bezüglich ihrer Effekte miteinander verglichen. Dabei ergab sich die komplexeste Wirkung beim frequenzorientierten Kraftausdauertraining, die sich in einer signifikanten Erhöhung der partiellen Maximalkraftfähigkeit, der maximalen spezifischen Kraft (A_{\max}) und im höchsten Effekt für die partielle Kraftausdauerfähigkeit zeigte (Bayer 1983, 118-127). Damit existierte ein Beleg dafür, daß die Bewegungsgeschwindigkeit (zunächst noch indirekt über die Bewegungsfrequenz gesteuert) eine wesentliche Steuergröße für das Krafttraining und dessen Effekte darstellt. Anschließend wurden elementare Untersuchungen über funktionelle und korrelative Zusammenhänge von Zusatzlast und Wiederholungszahl zur Bewegungsgeschwindigkeit als den bis dahin nicht in das Trainingsregime des Krafttrainings einbezogenen Faktor durchgeführt (Mahlo 1981 und 1982; Bayer 1983). Dabei wurde u.a. deutlich, daß bei einer einmaligen Bewältigung einer Last mit maximaler Bewegungsgeschwindigkeit der Krafteinsatz auf Grund der gesteigerten Beschleunigungskraft wesentlich höher ist als bei einer Bewältigung dieser Last mit ökonomischer (geringerer) Bewegungsgeschwindigkeit.

Als Reaktion auf diese Ergebnisse erfolgte im DRSV der DDR eine generalisierte Geschwindigkeitsorientierung, die soweit vorangetrieben wurde, daß es zu einer Abwertung anderer Inhalte, Dosierungs- und Steuergrößen des Trainings kam, die mit den Erkenntnissen der FG Krafttraining nicht zu begründen war und schließlich zu unterschiedlichen Auffassungen der Trainingsgestaltung im Männerbereich führten. Dies betraf vor allem die drastische Reduzierung des Kraftausdauertrainings mit allgemeinen Mitteln, die zu einer Vernachlässigung der Herausbildung grundlegender Leistungsvoraussetzungen bei gleichzeitiger Intensivierung des spezifischen Trainings führte (Männerbereich). Auch die durchgängige Geschwindigkeitsorientierung in allen Trainingsbereichen erwies sich als eine auf die Dauer nicht kompensierbare Intensivierung (Frauenbereich).

Die wohl wesentlichste Ursache für eine derartig einseitige Handhabung des Lösungsansatzes ist in einer ungenügenden Trennung zwischen biomechanischen Zielgrößen (in diesem Fall der Bewegungsgeschwindigkeit) und den für deren Realisierung notwendigen Leistungsvoraussetzungen zu suchen. Dabei handelt es sich um eine grundsätzliche trainings- und untersuchungsmethodische Unsicherheit, die auch in anderen Sportarten bis heute vorliegt und sich hartnäckig hält. Diese Unsicherheit ist Ausdruck eines mangelhaften Vorgehens im Trainings- und Forschungsprozeß. Das auf dem Leistungsdruck basierende Bestreben, die Erkenntnisse auch grundlegender Untersu-

chungen sofort in der Praxis für die Erzielung einer Leistungssteigerung anzuwenden, führt zur Vernachlässigung angemessener untersuchungsmethodischer Unterscheidungen bzw. Teilschritte durch voreilige oder simplifizierte Schlüsse.

Nach ausgebliebenen Erfolgen wurden entsprechende Korrekturen des Trainings vorgenommen, geblieben ist jedoch ein Defizit der Erkenntnisse zur Nutzung des Faktors Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining und im Konditionstraining insgesamt. Hinzu kommt das Wissen um das Risiko der Anwendung einer Geschwindigkeitsorientierung, ohne die grundlegenden Wirkmechanismen zu kennen und steuern zu können. So schreibt Hiller (1988, 60) über die gleichzeitige und ganzjährige Anwendung von Trainingsmitteln des Schnellkraft-, Schnelligkeits- und Ausdauertrainings im DRSV: „Leistungsdiagnostische Untersuchungen und die Leistungsentwicklung im Wettkampf weisen jedoch darauf hin, daß mit solchem Training eine progressive Entwicklung ausbleiben bzw. sogar zum Rückgang des Ausdauerlevels und damit zu Leistungsinstabilität und -stagnation führen kann.“. Ähnliche Erscheinungen zeigten sich auch in anderen Ausdauersportarten wie z.B. Eisschnelllauf (Malz/Müller/Thomas 1987, 22) und Schwimmen (Pfeiffer 1985, 10).

Während im spezifischen Bereich eine generelle Unterteilung der Trainingsbereiche nach Geschwindigkeitsbereichen durchgesetzt wurde, ist eine Objektivierung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining an Land als Steuergröße der Belastungsanforderungen bisher nicht realisiert, obwohl sich deren Steuerung als ein sehr wirksamer Trainingsreiz erwiesen hat. Damit besteht die Situation, daß trotz des Bedarfes und der berechtigten Forderung nach Ausschöpfung aller wesentlichen Reserven zur Leistungssteigerung eine bereits erkannte Reserve aus den oben angeführten Gründen nicht aufgeklärt und genutzt wird.

Die vorrangige Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit im spezifischen Training erscheint durchaus plausibel und folgerichtig abgeleitet. Zur Kausalität der Bewegungsgeschwindigkeit unter dem Aspekt analytischer Erkenntnisse über Beteiligung und Beeinflussung einzelner Leistungsfaktoren jedoch können gerade Untersuchungen im spezifischen Leistungsvollzug nur sehr begrenzt beitragen, da eine derartige Komplexität auch auf lange Sicht nicht ausreichend analytisch beherrschbar erscheint. Dies trifft auch für Teilkörperbewegungen im spezifischen Leistungsvollzug zu, da auch sie keine sichere Ableitungsebene für differenzierte Aussagen zum Fähigkeitsprofil im Krafttraining darstellen.

Eine direkte Untersuchung der Bewegungsgeschwindigkeit unter dem Aspekt der Kraftfähigkeitsvervollkommnung kann nur dort erfolgen, wo primär konditionelle Anforderungen gestellt werden, die koordinativ-technischen Anforderungen keine vordergründige Rolle spielen und die biomechanischen Bedingungen übersichtlich sind. Konsequentermaßen trifft das nur für das Krafttraining mit allgemeinen Mitteln zu. Hier bietet sich ein Lösungsansatz zur Klärung des Bewegungsgeschwindigkeitsproblems für das Krafttraining an. Damit könnten Fragen des Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln beantwortet werden, die gleichzeitig ein Lösungsbeispiel für das semispezifische und spezifische Kraft- und Konditionstraining darstellen und entsprechende Schlußfolgerungen für diesen Bereich ermöglichen, was bisher noch nicht möglich ist.

2. Ableitung der Grundstandpunkte des Herangehens an die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit sowie zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit

Als Ausgangspunkt für eine zielgerichtete Darstellung und weitere Aufklärung der Bedeutung der Bewegungsgeschwindigkeit für das Krafttraining im Rahmen des Konditionstrainings polyzyklischer sportlicher Leistungsvollzüge soll zunächst eine Standortbildung zum Begriff der Bewegungsgeschwindigkeit und dem grundsätzlichen Herangehen an das Problem erfolgen.

Der Bewegungsbegriff besitzt grundlegende Bedeutung für die Sportwissenschaft und findet sich demzufolge in vielen Wortverbindungen wieder. Da der Bewegungsbegriff vielfältige Anwendung erfährt, bedarf er unter dem Zielaspekt der betreffenden Wissenschaft bzw. Wissenschaftsdisziplin einer Konkretisierung. In der Mechanik, als einem Teilgebiet der Physik, wird die Bewegung als Lage- und Gestaltsveränderung des Stoffes in der Zeit definiert (Zumpe 1981, 12). Die Biomechanik untersucht demnach allgemein die Bewegungen von Mensch und Tier (Donskoi 1975, 12; Hochmuth 1981, 12). Die Biomechanik sportlicher Bewegungen analysiert und beschreibt die zweckmäßigste sportliche Bewegungsform und schafft so den Ansatz zur komplexen sportwissenschaftlichen Untersuchung dieser Bewegungen (Hochmuth 1981, 12) und auf diese Weise auch ihrer zielgerichteten methodischen Beeinflussung im Trainingsprozeß. Mit der Erlangung biomechanischer Parameter der Bewegung wird demnach ein Erkenntnisprozeß in Gang gesetzt, der von der äußeren Erscheinung zum inneren Wesen oder von der zu beobachtenden Wirkung zur Ursache voranschreitet. Dies betrifft auch den Erkenntnisprozeß innerhalb der Biomechanik selbst, wenn der kinematischen Bewegungsanalyse zur grundsätzlichen Beschreibung der Bewegung die Objektivierung und Interpretation dynamischer Parameter (kinetische und statische) der Bewegung folgt, um so Erkenntnisse über Ursachen der Bewegung zu erlangen. Für alle zielgerichteten Teil- oder Komplexuntersuchungen einer Bewegung mit dem Ziel, diese zum Erreichen einer höheren sportlichen Leistung quantitativ oder qualitativ zu verändern, besteht der methodische Ausgangspunkt in einer kinematischen Beschreibung und dynamischen Analyse grundlegender kausaler Beziehungen der Bewegung. Der Notwendigkeit, die Bewegungskausalität zunächst von biomechanischen Erkenntnissen ausgehend zu klären, steht jedoch die begrenzte Möglichkeit der Biomechanik zur inhaltlich komplexen Untersuchung dieser Kausalität gegenüber.

In diesem Sinne handelt es sich bei der Bewegungsgeschwindigkeit zunächst „nur“ um eine kinematische Größe der sportlichen Bewegung. Das kausale Entstehen dieser Geschwindigkeit ist besonders dort von Interesse, wo sie eine hinreichende Kenngröße zur Beschreibung der sportlichen Leistung ist. Dies trifft überall dort zu, wo die sportliche Leistung in der schnellen Überwindung von Distanzen oder der schnellen Ausführung von Bewegungshandlungen besteht oder direkt davon beeinflusst wird. Hier wird die kinematische Größe Bewegungsgeschwindigkeit zur trainingsmethodischen Zielkennziffer, deren Kausalität jedoch äußerst komplex ist und über biomechanische Erklärungsmöglichkeiten hinausgeht. Diese Grenzen werden jedoch nicht immer erkannt und ausgewiesen. Dies äußert sich in der Ableitung, daß durch die hinreichende Beschreibung und Prognose sportlicher Leistungen mittels biomechanischer Kenngrößen eine vollständige Erklärung erreicht wird, die auch den Bereich der Kondition umfaßt und damit auch integrative Aufgaben löst (Ballreich 1988, 5,8,13; Ballreich/Baumann 1982, 50f.; Ballreich 1978, 8f.). Dabei wird vernachlässigt, daß insbesondere beim Verlassen des Außenaspektes die Untersuchungs- und Erklärungsmög-

lichkeiten der Biomechanik gefragt, aber in ihrem Aussagebereich begrenzt sind, da sie die differenzierten biologischen und psychischen Komponenten nicht erklären können. Dies muß, trotz differenzierterer Aussagen und entgegen weiterreichenden Erklärungsansprüchen (vgl. Lehnertz 1988, 48; Lehnertz 1985, 33), auch für die innere Biomechanik festgestellt werden, was den Wert ihrer Aussagen und die Notwendigkeit der weiteren Arbeit auf diesem Gebiet nicht in Frage stellt - im Gegenteil. Die Handhabung der sportlichen Leistung in Form hinreichender biomechanischer Kenngrößen liefert keine genügend differenzierten Erkenntnisse über die Entwicklung und Vervollkommnung der zu deren Realisierung notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten und reicht auch nicht für die Beschreibung von Fähigkeiten und Fertigkeiten. Um aus dem sportlichen Leistungsergebnis ausreichend differenzierte Schlüsse für das Training ziehen zu können, muß eine Analyse erfolgen, die zunächst Aussagen über das Entstehen der sportlichen Leistung selbst liefert und darüber hinaus Informationen über die für das Erlangen dieser Leistung notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten erbringt. Je höher die angestrebte sportliche Leistung sein soll, desto differenzierter müssen auch die Erkenntnisse über die personellen Leistungsvoraussetzungen sein. Konsequenter ist zur Verfolgung der Kausalität bis zur Fähigkeitsebene nur ein gegenüber den wissenschaftlichen Teildisziplinen zunächst neutraler integrativer Ansatz, auch wenn daraus bei klar erkennbaren Prioritäten von Leistungsfaktoren oder Leistungsvoraussetzungen nicht immer direkt eine andere Forschungsmethode hervorgeht. Erst die Zusammenführung der wesentlichsten Bewegungsdeterminanten ermöglicht eine ausreichend komplexe Kausalitätsdarstellung oder wenigstens Untersuchung. Dies gilt besonders für komplexe sportliche Leistungsanforderungen ohne eindeutig erkennbare Prioritäten oder Abgrenzungen der Leistungsfaktoren bzw. Leistungsvoraussetzungen (z.B. Kurz- und Mittelzeitausdauerdisziplinen). Neben den biomechanischen sind dabei auch physiologische und handlungsregulative Komponenten für die Erklärung relevant, auch wenn die notwendigen Erkenntnisse bis heute oft nur in hypothetischer Form vorliegen (z.B. Neurophysiologie). Die Notwendigkeit dieses untersuchungsmethodischen Vorgehens wird zur Erklärung der Komplexität zwar allgemein anerkannt, bleibt jedoch meist nur ein Postulat, welches in der Praxis bis heute kaum gegen die erheblichen und vielgestaltigen untersuchungsmethodischen Widerstände durchgesetzt werden kann.

Erst auf der Ebene der Fähigkeiten und Fertigkeiten kann die Kausalität befriedigend komplex erklärt werden, wenn auch nicht alle Komponenten untersucht werden oder untersucht werden können. Der Unterscheidung von biomechanischen Zielwerten (auch hinreichenden) und deren Realisierung zugrunde liegenden Fähigkeiten entspricht auch Werchoschanski mit seiner Definition „Die Bewegungsgeschwindigkeit, das ist die Funktion der Schnelligkeit, Kraft, Ausdauer, sowie der Fähigkeit des Sportlers, seine Bewegungen in Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen, unter denen die motorische Aufgabe gelöst wird, rationell zu koordinieren.“ (1988, 58).

Die Aufklärung der Kausalität einer Bewegung unter einem bestimmten Zielaspekt muß demnach mit der eingehenden kinematischen Beschreibung beginnen und bis zur Aufklärung verursachender Fähigkeiten und Fertigkeiten geführt werden. Erst die Integration von differenzierten Erkenntnissen der Wissenschaftsdisziplinen zur komplexen Kennzeichnung der Fähigkeit bietet die Möglichkeit einer integrativen biopsychosozialen Sicht (Kunath 1988, 370; Wasmund-Bodenstedt 1982, 12). Wie auch in anderen Wissenschaftsdisziplinen wird hier die Tendenz der Differenzierung und der Integration sowie deren Verknüpfung (Matwejew 1972, 877; Thieß 1972, 885) innerhalb eines Forschungsprozesses am konkreten Beispiel sichtbar.

Dieses Herangehen stellt eine Grundmethode der Trainingswissenschaft dar, die auch gleichzeitig eine Entscheidung für eine grundsätzlich integrative Untersuchungsmethodik darstellt. Dies resultiert vor allem aus der trainingsmethodischen Orientierung bzw. Fragestellung. Während die grundlegenden Erkenntnisse relativ autonom in den Wissenschaftsdisziplinen erlangt werden, erfolgt unter trainingsmethodischer Sicht nach der differenzierten Sicht ein Integrationsprozeß mit leistungs- und trainingsstrukturellen Folgerungen. Erst an dieser Stelle können Prioritäten gesetzt, trainingsmethodische Schlüsse gezogen und in der Praxis erprobt und verifiziert oder falsifiziert werden. Die Erlangung von Erkenntnissen in den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen geschieht vordergründig nach der differenzierenden Methodik der Grundlagenforschung (in der Regel jener der Mutterwissenschaft), während die Trainingswissenschaft eine angewandte, in diesem Fall eine interdisziplinäre oder integrative Methodik verlangt. Die integrative Nutzung disziplinspezifischer und interdisziplinär gewonnener Erkenntnisse kann als Haupterkenntnismethode der Trainingswissenschaft betrachtet werden. D.h. der angesprochene Erkenntnisprozeß zur Erlangung neuer trainingsmethodischer Erkenntnisse reicht von Elementen der Grundlagenforschung einzelner Wissenschaftsdisziplinen bis zur typischen angewandten Forschung. Dies ist bei der Forderung nach integrativen Forschungsansätzen zu beachten, da sich die Wissenschaftsdisziplinen nicht nur von ihrer inhaltlichen Beitragsfähigkeit, sondern auch von ihrer Funktion im Forschungsprozeß unterscheiden. Während die einzelnen Wissenschaftsdisziplinen besonders die zielgerichtete Erkenntnisdifferenzierung tragen, kommt der Trainingswissenschaft eine besondere Verantwortung für den Integrationsprozeß zu. Der Anspruch an die Trainingswissenschaft als Integrationswissenschaft wird plausibel, wenn beachtet wird, daß das Überschreiten von wissenschaftsdisziplinären Grenzen eine ihrer grundlegenden Arbeitsmethoden darstellt. Die Notwendigkeit dazu entsteht durch den Widerspruch, daß die Trainingspraxis Fragestellungen aufwirft und lösen muß, die sie mit eigenen Mitteln und Methoden nicht ausreichend bewältigt. Die in den Wissenschaftsdisziplinen gewonnenen Erkenntnisse können dagegen nur unzureichend praxisrelevant aufbereitet und komplex eingeordnet werden. Dieser Widerspruch äußert sich einerseits in der „Anhäufung“ disziplinspezifischer Erkenntnisse, die keine bedeutungsadäquate Praxisrelevanz erreichen, und andererseits dem Bedarf und dem Unvermögen, die benötigten Erkenntnisse selbst zu erlangen oder bereits vorhandenes Wissen adäquat anzuwenden. In der Minderung oder Lösung dieses Widerspruchs besteht eine Hauptaufgabe der Trainingswissenschaft. Aus der Stellung zwischen den genannten Polen resultiert ihre besondere, aber auch komplizierte Stellung zu den anderen Wissenschaftsdisziplinen. In den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen wird ebenfalls versucht, durch Überschreitung der eigenen Grenzen neue Erkenntnisse zu erlangen bzw. die Nutzbarkeit zu erhöhen. Trotz dieses interdisziplinären Herangehens sind hier bereits Grenzen vorgegeben, die mit der Zusammenführung aller durch die gemeinsame Aufgabe miteinander verbundenen Wissenschaftsdisziplinen überwunden werden können. Eine Diskussion über die Priorität unterschiedlicher Funktionen der Wissenschaftsdisziplinen im Erkenntnisprozeß erscheint müßig, da sich die Stellung der Wissenschaftsdisziplin aus ihrem Entwicklungsstand bzw. der konkreten inhaltlichen Beitragsfähigkeit ergibt. In praxi bedarf dieses Problem jedoch großer Aufmerksamkeit. Aus der Sicht konditioneller Fähigkeiten, insbesondere der Kraftfähigkeit, spielt das Wechselverhältnis Biomechanik - Trainingswissenschaft eine besondere Rolle. Zur Erlangung neuer Erkenntnisse über die Anforderungen der Wettkampfleistung und zur Messung sowie Testung konditioneller Fähigkeiten besteht der Bedarf einer umfangreichen und engen Zusammenarbeit (vgl. Thorhauer/Gutewort 1978). Andererseits entstehen aus der unzurei-

chenden inhaltlichen Trennung der Aussagen immer wieder fehlerhafte trainingsmethodische Schlüsse in der Trainingspraxis. An dieser Stelle trägt die Trainingswissenschaft eine Verantwortung zur Differenzierung und Systematisierung der Erkenntnisse, welche ihr keine andere Wissenschaftsdisziplin abnehmen kann.

Weitere Wissenschaftsdisziplinen sind für die Trainingswissenschaft keinesfalls von geringem Interesse. So sind von sportpsychologischen, insbesondere handlungsregulativen Ansätzen künftig wertvolle Beiträge zur Nutzung des hochdifferenzierten, aber nicht ausreichend gebrochenen neurophysiologischen Faktenmaterials zu erwarten.

Wichtig hervorzuheben erscheint, daß das Bemühen der Trainingswissenschaft um den Integrationsprozeß ein Problem der Sportwissenschaft insgesamt ist, welches nicht als gelöst angesehen werden kann. Gegenwärtig entstehen die Erkenntnisse der Wissenschaftsdisziplinen noch stark voneinander isoliert und bleiben es oft auch in Form von „Grundlagenerkenntnissen“ einerseits und „angewandtem Wissen“ andererseits. Die zumindest zeitweilige Vereinigung der an der Lösung eines Forschungsproblems beteiligten Wissenschaftsdisziplinen erbringt wesentliche Fortschritte zur Verringerung des angesprochenen Widerspruchs und wird als aufgaben- oder projektbezogene Forschung bezeichnet. Dies entspricht der „task community“ (vgl. Willimczik 1985, 11). Die dabei erreichten Fortschritte können jedoch nicht über nach wie vor bestehende Probleme hinwegtäuschen. Insbesondere bei sehr differenzierten und komplexen Prozessen der Fähigkeits- und Fertigkeitsentwicklung und Vervollkommen zeigt sich in der Praxis, daß eine zwar auf ein gemeinsames Ziel bzw. Aufgabe bezogene, aber zeitlich begrenztes und paralleles Vorgehen Mängel in der Beherrschung der komplexen Erscheinung der sportlichen Leistung bzw. in der Führung des Prozesses ihrer Entwicklung erkennen läßt. Hier gilt es eine Lösung für die inhaltliche Verbindung der Wissenschaftsdisziplinen zu finden. Dies leistet nur ein wirklich integrativer Forschungsansatz im Sinne von „scientific community“ (vgl. Willimczik 1985, 11), der von der inhaltlichen Problemstellung und nicht von einer Wissenschaftsdisziplin ausgeht.

Die umfangreichsten und trennschärfsten Erkenntnisse der Trainingswissenschaft konnten auf dem Experimentierfeld Leistungssport erlangt werden (vgl. Martin 1977, 16). Hier ist auch die interdisziplinäre Forschung im Sinne von „task community“ weitverbreitet anzutreffen. Obwohl die Ausdehnung der Trainingswissenschaft auf die Anwendungsgebiete Prävention, Schulsport und Rehabilitation zu erwarten (Martin 1977, 10-11) und anzustreben ist, wird das Erreichen der integrativen Forschung im Sinne von „scientific community“ zuerst auf dem Gebiet des Leistungssports zu erwarten sein bzw. als solches Problem erkannt werden. Dies resultiert daraus, daß der Leistungssport sowohl unter dem Aspekt der sportlichen Höchstleistung als auch der Spezifität ihrer Realisierung extreme Anforderungen an Forschung und Trainingspraxis stellt, wie sie ähnlich nur im Behindertenleistungssport denkbar sind, diese realisieren kann und dabei einen relativ hohen Verallgemeinerungsbedarf der Erkenntnisse befriedigt. Die unterschiedlichen Wirkungsbereiche der Trainingswissenschaft sind zwar nicht gegeneinander wertbar, aber auf Grund des Entwicklungsstandes muß der Leistungssport unter der hier behandelten Sicht gegenwärtig als besonders günstiges Feld zur Erlangung und Prüfung entsprechender Erkenntnisse zur integrativen angewandten Forschung angesehen werden, ohne daß erreichte Erkenntnisse auf ihn eingeschränkt anwendbar sind. Auf dem Gebiet des Leistungssports ist der gleichzeitige Zwang zur Erlangung hochdifferenzierter Erkenntnisse der einzelnen Wissenschaftsdisziplinen und der komplexen Erklärung der sportlichen Leistungsfähigkeit besonders groß. Dieser Widerspruch ist auf die Dauer nur auf der Niveaustufe der integrati-

ven Forschung - „scientific community“ - lösbar, da sonst bereits auf der Ebene der Untersuchungsansätze Kompatibilitätsprobleme der einzelnen Wissenschaftsdisziplinen nicht überwunden werden können. Die auf dem Gebiet des Leistungssports zu erwartenden beispielhaften Lösungsansätze dürften Fortschritte für die Sportwissenschaft insgesamt darstellen, besonders für Gebiete mit hochdifferenziertem und komplexem Erkenntnisbedarf wie der Rehabilitation und dem Behindertensport, insbesondere dem Behindertenleistungssport.

Bedenkend muß darauf hingewiesen werden, daß bereits die Stufe der interdisziplinären Forschung bzw. „task community“ eine Untersuchungskomplexität verursacht, welche ursprüngliche Untersuchungsrahmen sprengen kann und daß die integrative Forschung - „scientific community“ - auf der Parität der beteiligten Wissenschaftsdisziplinen basiert, deren Anerkennung besonders Wissenschaftsdisziplinen schwerfällt, die (noch) eng mit der Mutterwissenschaft verbunden sind.

In der DDR-Leistungssportforschung wurde die Integration augenscheinlich am weitesten vorangetrieben, so daß die Stufe der integrativen Forschung im Sinne von „scientific community“ zumindest partiell und in Ansätzen bereits praktiziert wurde und die interdisziplinäre Forschung im Sinne von „task community“ durchgängig anzutreffen war. Im Zuge der Begradigung von einseitigen oder Fehlentwicklungen ist dieser für die Trainings- und Sportwissenschaft als positiv zu kennzeichnende Entwicklungsprozeß zu berücksichtigen. Hier gilt es das Ersetzen alter durch neue Fehler zu vermeiden. Andererseits resultierte aus der vordergründigen Orientierung auf konkrete, aktuell anwendbare Ergebnisse ein relatives Defizit an Theoriebildung, welches auch eine Ursache für das Entstehen der in dieser Arbeit zu behandelnden Problemstellung darstellt. Eine verstärkte Rückkopplung der empirischen Erkenntnisse auf die bestehende Vielfalt theoretischer Auffassungen könnte dieses relative Defizit zum gegenseitigen Nutzen schnell verringern.

In den bis hierher vorgenommenen Ausführungen wurde der weitverbreitete Begriff Trainingswissenschaft konsequent verwendet. Die inhaltliche Entsprechung und konkretere Bezeichnung besteht mit der Theorie und Methodik des Trainings. Um diese geht es in den Ausführungen der Arbeit. Die Verwendung der Begriffe Theorie und Methodik im Zusammenhang mit dem Training sind nicht, wie von Hummel/Knappe (1989, 343), als Tautologie aufzufassen, da mit dem Begriff der Theorie kein atheoretischer Charakter der Methodik belegt werden soll, sondern die Tatsache, daß die Theorie und Methodik des Trainings mehr umfaßt als die Trainingsmethodik. Mit dem Begriff Trainingswissenschaft ist ein qualitativer Anspruch der Arbeitsmethodik in Gleichstellung mit anderen wissenschaftlichen und sportwissenschaftlichen Disziplinen verbunden, zu dessen weiterer Sicherung auch hier ein Beitrag geleistet werden soll. Damit besteht auch ein Unterschied zu den partiell notwendigen Verallgemeinerungen, Vereinfachungen und inhaltlichen Begrenzungen in der Trainingslehre als einem Lehrgegenstand mit Betonung des trainingsmethodischen Aspektes (vgl. Lehnert 1986, 346; Thieß 1987, 407-408).

Die vorliegende Arbeit zielt sowohl auf die Allgemeine Theorie und Methodik des Trainings als auch auf spezielle Theorien und Methodiken des Trainings in den Sportarten, insofern in ihr versucht wird, spezielle Probleme des Krafttrainings im Rudern zu lösen, die gleichzeitig Probleme der Theorie und Methodik der Sportartengruppe und auch der Allgemeinen Theorie und Methodik des Trainings darstellen.

Entsprechend der Ziel- und Aufgabenstellung der Arbeit ergibt sich eine mehrstufige untersuchungsmethodische Sicht. Während zur Gewinnung neuer Teilerkenntnisse die analytisch-differenzierende Methodik im Vordergrund steht, ist es bei der gezielten Beeinflussung komplexer sportlicher Leistungen die synthetisch-integrierende Me-

thodik. So notwendig eine solche pragmatische Unterscheidung auch erscheint, es handelt sich hier letzten Endes um Elemente eines Erkenntnisprozesses, in den ständig neue Detailerkenntnisse der Wissenschaftsdisziplinen (Grundlagenforschung) und trainingsmethodisch-praktisch relevante Erkenntnisse (angewandte Forschung) einfließen, die einander beeinflussen und bedingen.

Das zumindest theoretische Durchlaufen dieses Prozesses wird oft vernachlässigt. Die Regel ist eine vordergründige Grundlagenforschung ohne eine ausreichende praxisrelevante Überprüfung oder Überprüfungsmöglichkeit der Erkenntnisse, eine vorrangig angewandte Forschung mit sehr begrenzter Sicht oder Erkenntnistiefe oder eine formale Übertragung von Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung auf scheinbar passende Anwendungsbeispiele bzw. die Suche nach solchen Beispielen. All diese Möglichkeiten bleiben unter denen der Gesamtmethode. Die Gefahr der Verkürzung (vgl. Willimczik 1985, 12) dieser interdisziplinären Methode ist angesichts des Aufwandes, welcher durchaus nicht immer notwendig ist, real, was auch die angeführten Beispiele zeigen. Als wichtige Voraussetzung für angemessene Schlußfolgerungen muß das Erkennen der Grenzen des Erklärungsbereiches der betreffenden Aussagen innerhalb des Gesamtzusammenhanges hervorgehoben werden.

Mit der biomechanischen Analyse und Beschreibung der Ziel- oder Wettkampfführung verbindet sich das Ziel, die Struktur der sportlichen Leistung so aufzuklären, daß es möglich wird, ihre Komponenten zu bestimmen und anforderungsgerecht zu entwickeln. Der Schluß von der entscheidenden biomechanischen Zielkennziffer des Wettkampfes auf die ihr zugrundeliegenden Fähigkeiten ist nur bei einzelnen Extremen möglich (maximale Last - Maximalkraftfähigkeit - Gewichtheben; maximale lokomotorische Geschwindigkeit - Schnelligkeit - Kurzsprint; maximale Zeit einer qualifizierten sportlichen Leistung - Ausdauer - Marathon) und dort auch nur im Sinne der Dominanz. Selbst hochreliable Meßwerte biomechanischer Kenngrößen der Wettkampfleistung stellen in der Regel keine validen sportmotorischen Testgrößen für entsprechende konditionelle Fähigkeiten dar (vgl. Buchmann/Mattes 1985, 679; Thieß/Blume 1985, 667; Blume 1987, 398ff.). Dies trifft für die übergroße Mehrzahl sportlicher Leistungen zu.

In den Ausdauersportarten ist bereits die Kausalitätskomplexität allein im konditionellen Bereich unbefriedigend geklärt. Mit wachsender Leistungsprofilierung, Spezialisierung und Komplexität der Anforderungen ist die gezielte inhaltliche Trainingsgestaltung an die Bestimmung der vom Außenaspekt her nicht mehr abzuschätzenden Leistungsvoraussetzungen gebunden (vgl. Bös 1987, 93). Diese Schwierigkeiten der Übersichtlichkeit der Kausalität bestehen überall dort, wo die Anforderungen bei der Leistungsrealisierung an einen Komplex heterogen zusammengesetzter Faktoren (Komplexität), eine hohe Aufklärungsanforderung durch das Ziel maximaler Leistungen (Extrem: Leistungssport) oder von Leistungen unter sehr speziellen Ausführungsbedingungen (Extrem: Versehrtensport) besteht. Werden hier die biomechanischen Parameter der Wettkampfleistung mit den für ihre Realisierung notwendigen konditionellen Fähigkeiten gleichgesetzt (z.B. Geschwindigkeit und Schnelligkeit), so sind trainingsmethodische Fehlschlüsse und Überhöhungen nicht mehr auszuschließen (vgl. Problemstellung der Arbeit).

Solche unzureichende Unterscheidung oder Vermengung von biomechanischen Kenngrößen und konditionellen Fähigkeiten findet sich z.B. bei Saziorski/Aljeschinski/Jakunin (1987, 46). Ihre biomechanisch völlig korrekte Aussage, wonach die Krafteinsätze und Geschwindigkeiten unter Ermüdung absinken, weist in Verbindung mit dem Hinweis auf nach Ausdauerbelastungen reduzierten Schnelligkeits-, Schnellkraft- und Kraftfähigkeiten in eine trainingsmethodisch falsche Richtung (Erhöhung von Kraft-

und Schnelligkeitsfähigkeit), während ausgerechnet die ursächlich leistungslimitierende Ausdauer- und Kraftausdauerfähigkeit nicht erwähnt wird. Für eine Gleichsetzung von Bewegungsgeschwindigkeit und Schnelligkeit lassen sich weitere Beispiele nennen (Nett 1970, 1385; Schnabel 1987, 168; Martin 1977, 106-107; Schmolinsky u.a. 1980, 40; Heiße 1987, 186; Jonath/Krempel 1989, 46). In den Ausführungen von Scholich u.a. (1986) wird deutlich, daß in den Ausdauersportarten (Mittel- und Langstreckenlauf, Schwimmen, Radsport, Rudern und Kanu) geschwindigkeitsorientierte Trainingsbestandteile im Zeitintervall bis etwa 10 Sekunden als Schnelligkeitstraining aufgefaßt werden, obwohl es sich dabei auf Grund der spezifischen biomechanischen Realisierungsbedingungen meist um Schnellkrafttraining handelt, insbesondere wenn dieses Training als Startvariante ausgeführt wird.

Zaciorskij/Kulik/Smirnov entsprechen dieser unterschiedlichen Problemlage durch eine getrennte Untersuchung parametrischer und nichtparametrischer Zusammenhänge (1970). Dies entspricht der Unterscheidung in funktionelle und korrelative Beziehungen (Gundlach 1970, 141). Mißverständnissen vorbeugend muß ergänzt werden, daß parametrische oder funktionelle Abhängigkeiten den funktionellen Zusammenhang zwischen den biomechanischen Zielparametern einer Bewegung darstellen, die hoch miteinander korrelieren und so eindeutig durch eine Funktion beschrieben werden können. Dagegen verdeutlichen nichtparametrische oder korrelative Abhängigkeiten die Stärke eines meist als linear angenommenen Zusammenhanges von zwei durch biomechanische Meßgrößen valide repräsentierten Fähigkeiten, d.h., daß eine hohe Korrelation und deren eindeutige funktionelle Beschreibung nicht vorausgesetzt sind. Zaciorskij/Kulik/Smirnov verbinden damit die notwendige Untersuchung der Wettkampfleistung mittels biomechanischer Methoden mit der ebenso notwendigen, aber folgerichtig methodisch und zeitlich nachgeordneten Untersuchung der grundlegenden konditionellen Leistungsvoraussetzungen (Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer) an Hand von Grundlagenuntersuchungen. Auch Bös/Mechling entsprechen diesem Ansatz theoretisch und experimentell, indem sie das auf den biomechanischen Basisgrößen beruhende dreidimensionale Modell von Gundlach (1968, 201) durch ein auf voneinander unabhängigen motorischen Basisgrößen aller sportlichen Bewegungen (Maximalkraft, kardiopulmonale Ausdauer und Koordination) beruhendes dreidimensionales Modell ergänzen (1983, 221; Weitere Ausführungen zur Gegenüberstellung dieser Modelle folgen in den entsprechenden Kapiteln).

Einer derartigen Unterscheidung entspricht auch Schnabel (1981) mit seinem Vorschlag, zwischen einer Struktur der Wettkampfleistung und einer Struktur der Leistungsfähigkeit zu unterscheiden. Diese Unterscheidungen scheinen einsichtig, logisch und selbstverständlich. Jedoch stellen z.B. Joch/Krause/Fritsche (1982, 4) selbst in Kenntnis des Grundsatzartikels von Zaciorskij/ Kulik/Smirnov (1970) die logischerweise entgegengesetzten Aussagen von funktionellen (dynamische Parameter) und korrelativen (Fähigkeitsparameter) Beziehungen einander gleichberechtigt zur trainingsmethodischen Interpretation der „Bewegungsschnelligkeit“ gegenüber und versuchen mit ihrer Untersuchung eine der beiden Aussagen zu beweisen und die andere damit zu widerlegen. Folgerichtig entstehen dadurch aus den biomechanisch und statistisch exakten Aussagen von Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970) irrige trainingsmethodische Schlüsse, obwohl das Problemfeld hier im Vergleich zum Rudern relativ übersichtlich ist. Dieses Beispiel weist ein weiteres Mal auf die Bedeutung der Differenzierung untersuchungsmethodischer Inhalte und daraus resultierender Teilschritte hin.

Martin (1977, 90ff.) greift die Ausführungen von Tschiene (1975, 8) auf und entwickelt sie zu einer Methode der Realisierung des bereits von Werchoschanskij (1971)

postulierten Prinzips der dynamischen Übereinstimmung im Krafttraining weiter. Als Teilschritte dieser Methode gibt er an:

- „1. Deskription der allgemeinen Charakteristik der Disziplin,
2. Darstellung und Auswertung der verfügbaren bewegungsanalytischen Daten, bzw. Herstellung von eigenem Bild- und Datenmaterial,
3. Bestimmung der beteiligten Muskelgruppen, ihrer Arbeitsweisen sowie Bewegungsgeschwindigkeit,
4. Analyse der Dauer und Frequenz der Krafteinsätze unter Wettkampfbedingungen.“ (a.a.O., 98).

Eine ähnliche Auffassung vertreten Grosser/Ehlenz/Zimmermann (1985, 302), indem sie als wesentliche Voraussetzung für ein sportartspezifisches Krafttraining die Erstellung 1. einer biomechanischen und 2. einer funktionell-anatomischen Bewegungsanalyse sehen. Auch Kunz u.a. (1990) versuchen am Beispiel des Laufes das Vorgehen für die Realisierung eines sportartspezifischen Krafttrainings zu beschreiben (152ff.). Die Aussagen bleiben jedoch so allgemein, daß sie selbst den Anforderungen eines speziellen Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln im Leistungstraining nicht genügen.

Martin entspricht prinzipiell der Problemstellung und dem beabsichtigtem Vorgehen dieser Arbeit, ohne jedoch die Methode vollständig zu beschreiben. In Ergänzung zu Martin und anderen Autoren ist darauf hinzuweisen, daß dieser Untersuchungsmethode erst abschließend entsprochen wird, wenn auch differenzierte Erkenntnisse über die zu trainierenden Kraftfähigkeiten erlangt werden. Diese Erkenntnisse können dann sogar zu einer gegenüber dem spezifischen Leistungsvollzug gezielten Veränderung der Belastungsgestaltung im Krafttraining führen, um die betreffenden Fähigkeiten zu vervollkommen. Dieses Vorgehen geht über das Prinzip der dynamischen Übereinstimmung deutlich hinaus und könnte als „Prinzip der inhaltlichen Übereinstimmung“ gekennzeichnet werden. So erfolgt in vielen Sportarten ein Maximalkrafttraining, da sich die Maximalkraftfähigkeit hier als eine wesentliche personelle Leistungsvoraussetzung für die erfolgreiche Bewältigung der sportlichen Leistung erwiesen hat. Dies läßt sich aus der Bewegungsanalyse des spezifischen Leistungsvollzuges meist nicht ableiten, da hier maximalkräftige Anforderungen überhaupt nicht gestellt werden, sondern lediglich schnellkräftige oder kraftausdauernde. Für die Gesamtmethode ergeben sich daraus folgende weiteren Teilschritte:

5. Empirische oder theoretisch-modellhafte Ableitung und Definition spezieller Kraftfähigkeiten,
6. Leistungsdiagnostische Erfassung dieser Kraftfähigkeiten,
7. Prüfung ihrer Relevanz für den spezifischen Leistungsvollzug,
- 8a) Bei Verifikation Einbeziehung in die Trainings- und Leistungsstruktur,
- 8b) Bei Falsifikation Überprüfung und gegebenenfalls Korrektur der Trainingsstruktur

In diesem Zusammenhang ist die Einteilung in allgemeinentwickelnde, Spezial- und Wettkampfbewegungen auf der Basis des Übereinstimmungsgrades mit der Bewegungsstruktur der Wettkampfbewegung zu überdenken, da dem inhaltlichen Aspekt der Leistungsvoraussetzungen damit nicht ausreichend Rechnung getragen wird. Die hier vertretenen Auffassungen widersprechen der von Bauersfeld (1986b), wonach auch

nach Kenntnis der Tatsache, daß in jeder sportlichen Leistung alle drei konditionellen Fähigkeiten (Kraft/Schnelligkeit/Ausdauer) wirken, die Praxis zeigt, daß es richtig und zweckmäßig sei, zwei, jedoch mindestens eine Fähigkeit außer acht zu lassen (99). Gerade dieses Vorgehen führt zu einseitigen und fehlerhaften trainingsmethodischen Maßnahmen (vgl. Problemstellung). Bauersfeld selbst fordert Trainingsreize zur Verbesserung der Schnelligkeitsvoraussetzungen in Sportarten und Disziplinen, die nicht schnelligkeitsdeterminiert sind (a.a.O., 100).

Den vertretenen Grundauffassungen entsprechend sollen in der vorliegenden Arbeit alle Teilschritte dieser strategischen Untersuchungsmethode bis zur Erlangung trainingsmethodisch relevanter Erkenntnisse zur Bewegungsgeschwindigkeit bzw. zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Krafttraining durchlaufen werden. Mit diesem Vorgehen soll sich der Konsequenz gestellt werden, über den Ansatz der Bewegungslehre hinaus zu einem den integrativen Ansatz stärker in den Vordergrund stellenden Aspekt beizutragen. Den unterschiedlichen Teilaspekten (Wissenschaftsdisziplinen) räumt dieser Ansatz zunächst grundsätzliche Parität ein, die erst durch die Erfordernisse des konkreten Falles durch Prioritäten abgelöst werden kann. Bei diesem Vorgehen sollen einerseits Teilerkenntnisse, soweit es die Abarbeitung der vielen Teilschritte und die Komplexität überhaupt zuläßt, erlangt werden, aber andererseits die bestehenden Lücken in dieser Kette für zielgerichtete ergänzende und Folgeuntersuchungen zur bearbeiteten Thematik, zum spezielleren und damit komplexeren Herangehen und zu methodisch ähnlichen Problemstellungen aufgezeigt werden.

Dem Folgen der postulierten Methode (s.o.) soll das Primat gegenüber der Erlangung von Teilerkenntnissen angesichts des in dieser Arbeit kaum realisierbaren Untersuchungsaufwandes eingeräumt werden. Die Priorität wird demnach der Realisierung der Gesamtmethode unter Nutzung von Erkenntnissen unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen mit dem Ziel, die Ausgangsfragestellung (Begründung der inhaltlichen Gestaltung des Krafttrainings) wieder zu erreichen, gegenüber der detaillierten Lösung von Teilschritten eingeräumt, da gerade für das integrative Herangehen in der Trainingswissenschaft dieser Aspekt besonderer Beachtung bedarf.

Den Schwerpunkt bildet dabei die unter dem Aspekt der vorliegenden Thematik ordnende und kritische Darstellung der theoretischen Ausgangspositionen (Theorieteil).

Die Untersuchungen sollen mit dem Ziel in die Qualifizierung des Krafttrainings im Rudersport eingebettet sein, den Beitrag des Krafttrainings für semispezifische und spezifische Leistungen zu erhöhen. Die eventuellen Veränderungen des Krafttrainings müssen demzufolge von den Erfordernissen des spezifischen Leistungsvollzuges abgeleitet werden und auf diesen positiv zurückwirken.

Da der spezifische Leistungsvollzug in seiner Komplexität nicht ausreichend differenziert erfaßbar ist, sollen die Untersuchungen am Beispiel einer Haupttrainingsübung des Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln stattfinden, mit der unterschiedliche Kraftfähigkeiten (Maximal- und Kraftausdauerfähigkeit) lokal und damit biomechanisch überschaubar trainiert und getestet werden und für die abgesicherte Beziehungen zur Wettkampfleistung nachgewiesen wurden. Auf diese Weise können die benötigten Ergebnisse einerseits erst erlangt und andererseits transformierbar gestaltet werden. Unter diesen Voraussetzungen wird die Anwendungsmöglichkeit der postulierten Methode bis zu konkreten Schlußfolgerungen für das Krafttraining geschaffen.

3. Ziel- und Aufgabenstellung der Arbeit

Die Untersuchungen haben das Ziel, einen Beitrag zur Aufhellung der Bewegungsgeschwindigkeit als dem dritten Faktor und in diesem Fall auch der dritten Dimension (neben Kraft und Dauer) zur Kennzeichnung und Vervollkommen komplexer Bewegungsleistungen im Krafttraining zu leisten. Diese Zielstellung ist der differenzierten Qualifizierung des Krafttrainingskonzeptes des Rudersportes (ausgehend vom DRSV der DDR) zugeordnet und stellt ein trainingsmethodisches Problem der Ausdauersportarten insgesamt dar. Die Aufklärung der Bewegungsgeschwindigkeit bezieht sich sowohl auf ihre Nutzung als Belastungskennziffer im Zusammenhang mit den übrigen Faktoren der Belastungsanforderung als auch auf die Objektivierung von Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeiten (SK, SKA). Bei der Bearbeitung dieses Gegenstandes geht es also um die Aufdeckung einer möglichen Leistungsreserve und von Ansätzen ihrer Nutzung zur Qualifizierung des Krafttrainings durch die vollständigere Beschreibung und Steuerung der Belastung. Für das Erreichen dieser Zielstellung ist es notwendig, die Untersuchungen so anzulegen, daß die hohe Komplexität beherrschbar wird und so sichere Ergebnisse überhaupt erst möglich werden, welche als Basis für weitere Untersuchungen sowie Verallgemeinerungen für Bereiche des semispezifischen und spezifischen Leistungsvollzuges geeignet sind, wo derartige Ergebnisse getrennt für einzelne Leistungsfaktoren und Leistungsvoraussetzungen gegenwärtig nicht erreichbar sind und demzufolge nur undifferenziert im Training angewendet werden können. Untersuchungen der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining mit allgemeinen Mitteln ermöglichen in diesem Bereich eine analytische Erfassung der komplexen Bewegungsleistung sowie der Relationen zu den anderen Belastungskennziffern (Wiederholungszahl, Zusatzlast). Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit, die Bewegungsleistung im allgemeinen, semispezifischen (Ergometer) und spezifischen Leistungsvollzug besser vergleichen und zielgerichteter ausprägen zu können. Damit wäre ein Lösungsansatz für das Umsetzungsproblem durch die Herausbildung inhaltlich verstärkt anforderungsbezogener Kraftfähigkeiten gegeben. Außerdem bezieht sich dieser Ansatz auf die Qualität der Einzelbewegung in der Zyklusfolge, d.h. es wird eine mögliche Erhöhung der Bewegungsleistung außerhalb der Frequenzerhöhung untersucht, die von besonderem trainingsmethodischem Interesse ist. Demzufolge beinhaltet die Zielstellung der Untersuchungen zwei relativ selbständige und voneinander abzugrenzende Schwerpunkte:

- Beschreibung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining (Schwerpunkt Kraftausdauertraining), Klärung der Kausalität vorrangig in Verbindung zur Zusatzlast und Wiederholungszahl und Vergleich mit analogen Belastungskennzifferbeziehungen im semispezifischen und spezifischen Leistungsvollzug sowie
- Prüfung der Relevanz einer Erweiterung des bestehenden Fähigkeitskonzeptes im Krafttraining (Kraftausdauer) um den Faktor Schnelligkeit (Schnellkraftausdauer)

Zur Realisierung dieser Zielstellung sind folgende Aufgaben zu lösen:

1. Konsequent getrennt systematisierte Darstellung und Diskussion der umfangreichen und z.T. widersprüchlichen theoretischen Ausgangspositionen und Problemstellungen entsprechend der obengenannten Schwerpunkte sowie Ableitung der Lösungsansätze für die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit einerseits und der Schnellkraft- bzw. Schnellkraftausdauerfähigkeit andererseits
2. Registrierung wesentlicher biomechanischer Veränderungen der objektiven Belastungsanforderung und Kontrolle eines Indikators des subjektiven Belastungsgrades bei der Forderung nach Maximierung der Bewegungsgeschwindigkeit in einer standardisierten Kraftausdauerbelastung (konstante Testbedingungen wie Hubweg, Wiederholungszahl, Zusatzlast, Bewegungsfrequenz usw.) unter trainingsrelevanten Bedingungen (Kraftausdauertraining)
3. Ableitung einer Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerdefinition auf der Grundlage der Krafteinsätze im Ruderdurchzug und einer entsprechenden Diagnostik für die Armzugmuskulatur, welche die biomechanische Lösungsvariante der Sportler zur Geschwindigkeitssteigerung hinreichend berücksichtigt (Ableitung aus den Ergebnissen der zweiten Aufgabenstellung)
4. Realisierung von Diagnosemaßnahmen und statistischen Analysen der Daten zur Erlangung leistungsstruktureller Erkenntnisse
5. Ableitung und Schlußfolgerungen für die Praxis des Krafttrainings zur weiteren Ausgestaltung der trainingsmethodischen Grundkonzeption und evtl. als Prinzipiellösung für die generelle Handhabung der Bewegungsgeschwindigkeit zur Trainingsgestaltung im Konditionstraining des Ruderns als einer Ausdauer-sportart und damit für zumindest diese Sportartengruppe insgesamt.

4. Theoretische Grundpositionen zur Bewegungsgeschwindigkeit und ihrer Beziehungen zu ausgewählten Hauptfaktoren der Leistungsstruktur und zur Bewegungsleistung sowie zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit unter besonderer Berücksichtigung in den Ausdauersportarten

4.1. Die Bewegungsgeschwindigkeit und ihre funktionellen Beziehungen zu unter konditioneller Sicht ausgewählten Faktoren der Leistungsstruktur sowie zur Bewegungsleistung - allgemeines Grundmodell leistungsstruktureller Hauptparameter

Unter dieser Thematik ist die Bewegungsgeschwindigkeit als kinematische Größe zu verstehen. Besonders als eine hinreichende Größe zur Beschreibung von Ausdauerwettkampfleistungen ist ihre Kausalität auch unter der eingeschränkten Sicht der konditionellen Leistungsvoraussetzungen so komplex, daß die Beziehungen zunächst selektiv betrachtet werden sollen. Die Systematisierung bei der Darstellung dieser vielfältigen Beziehungen erfolgt unter dem Aspekt der Ziel- und Aufgabenstellung dieser Arbeit, um so einen Beitrag zur Trennung und systematischen Zuordnung entsprechender Beziehungen zu leisten. Bei der Beschreibung von funktionellen Beziehungen sind ebenfalls zwei grundsätzliche Gesichtspunkte voneinander zu unterscheiden. Bei der Realisierung einer definierten Bewegungsaufgabe (z.B. 100m-Lauf) in unterschiedlicher Intensität (z.B. mittel, submaximal und maximal) durch einen Sportler (intraindividueller Aspekt) ändern sich die bestimmenden physikalisch-biomechanischen Daten ebenso gesetzmäßig wie bei einer variablen Bewegungsaufgabe (z.B. 100m-, 400m- und 1500m-Lauf) mit konstanter Intensität (z.B. maximal) durch einen Sportler. Die Aussagen dieser beiden Vergleiche sind meist gegensätzlich. Besonders der zweite Aspekt dient dem Vergleich unterschiedlicher Anforderungen und damit dem Versuch, Aussagen zur Wichtung unterschiedlicher Basisfähigkeiten zu erlangen und soll deshalb zunächst (Kapitel 4.1.1.- 4.1.4.) im Vordergrund stehen.

Ein differenzierendes und integrierendes Verlassen bzw. Überschreiten der kinematischen bzw. dynamischen Beschreibung der Beziehungen erscheint hier nicht notwendig. Dies ist erst bei trainingsmethodischen Ableitungen zu bedenken, um die Aspekte der unterschiedlichen Komponenten zu berücksichtigen. Unter der konditionell geprägten Sicht des Krafttrainings sind für die Kennzeichnung der Bewegungsgeschwindigkeit besonders deren Beziehungen zur Bewegungskraft und zur Bewegungsdauer bzw. -anzahl von Interesse. Diese phänomenologische Sicht entspricht weitgehend dem Ansatz der Bewegungslehre (Meinel/Schnabel u.a. 1987). Dieser Aspekt wurde bereits als ausreichend zur Kennzeichnung der Bewegungsgeschwindigkeit eingeschätzt. Einer synonymen Anwendung der Begriffe Bewegungstempo, Bewegungsschnelligkeit und Bewegungsgeschwindigkeit (a.a.O., 167f.) muß jedoch widersprochen werden, da hier die terminologische Grenze zur Fähigkeit überschritten wird, was dieser Ansatz nicht leisten kann. In der Bewegungslehre von Fetz (1980) und Willimczik/Roth (1983) werden ausgehend vom Erscheinungsbild tatsächlich Aussagen zur Fähigkeit vorgenommen. Weitere Ausführungen dazu erfolgen in den entsprechenden Kapiteln dieser Arbeit (4.3.).

Auf Grund der Beziehungskomplexität werden die Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit zunächst allgemein und selektiv zur Kraft und zur Dauer und erst im Anschluß an eine allgemeine komplexe Darstellung am Beispiel des Ruderns speziell erfaßt.

4.1.1. Die allgemeinen funktionellen Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit zur Bewegungskraft

Die Beziehungen zwischen der Geschwindigkeit und der Kraft einer Bewegung sind relativ häufig beschrieben worden. Sie gehen im wesentlichen auf die Untersuchungen von Hill (1938) über die Beziehung zwischen aufzubringender Kraft beim Heben einer Last und erreichbarer Kontraktionsgeschwindigkeit am isolierten Froschmuskel zurück und bestätigen dessen Ergebnisse auch prinzipiell für sportliche Bewegungen.

Die grundsätzliche Aussage lautet, bezogen auf den intraindividuellen Vergleich einmaliger konzentrischer Kontraktionen mit unterschiedlichen Widerständen, daß sich die Höhe der aufzubringenden Kraft und der Bewegungsgeschwindigkeit umgekehrt proportional verhalten. Diese Aussage lautet bei konstanten Bewegungswiderständen (Lasten), daß sich die aufgebrauchte Kraft und die erreichte Bewegungsgeschwindigkeit proportional zueinander verhalten (Mühlfriedel 1987, 55). Diese Unterschiedlichkeit der Aussagen auf Grund der unterschiedlichen Testanforderungen ist zu beachten!

Die Funktion der zunächst von Hill untersuchten Beziehung stellt einen Hyperbelast dar (Hillsche Kurve). Während die Grundaussage unveränderlich ist - mit steigendem Bewegungswiderstand wird die Bewegungsgeschwindigkeit geringer und umgekehrt - kann der Anstieg der Funktion beträchtlich variieren. Worobjow (1974, 50-51) weist an Hand der Untersuchungsergebnisse von Podolsky (1960) auf die Veränderungen dieser funktionellen Beziehungen durch die Steigerung der maximalen Bewegungsgeschwindigkeit bei unveränderter maximaler Kraft oder die Erhöhung der maximalen Kraft ohne die Veränderung der maximalen Geschwindigkeit hin.

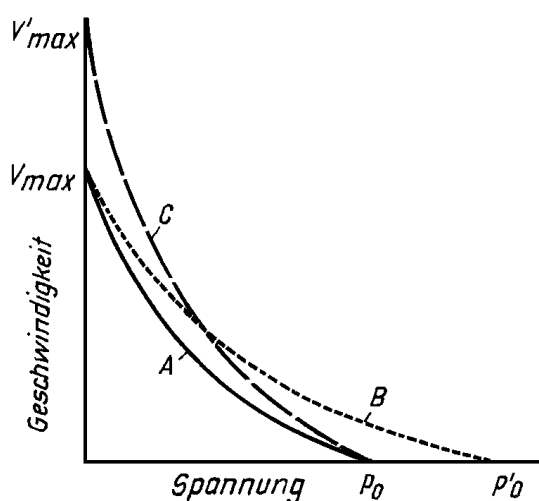


Abb.1: Variabilität der funktionellen Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft (nach Podolsky 1960, aus: Worobjow 1974, 51)

Ähnliche Ergebnisse führen auch Ikai (1970), Zaciorskij (1971), Stoboy (1977 u. 1986), Kettmann (1978, 23-24) und Bosco (1983) an. Sie weisen aber darauf hin, daß beide Veränderungsmöglichkeiten auch kombiniert auftreten können. Lehnertz weist die kombinierte Wirkung auch bei selektiver Erhöhung der maximalen Kraft nach (1987, 24).

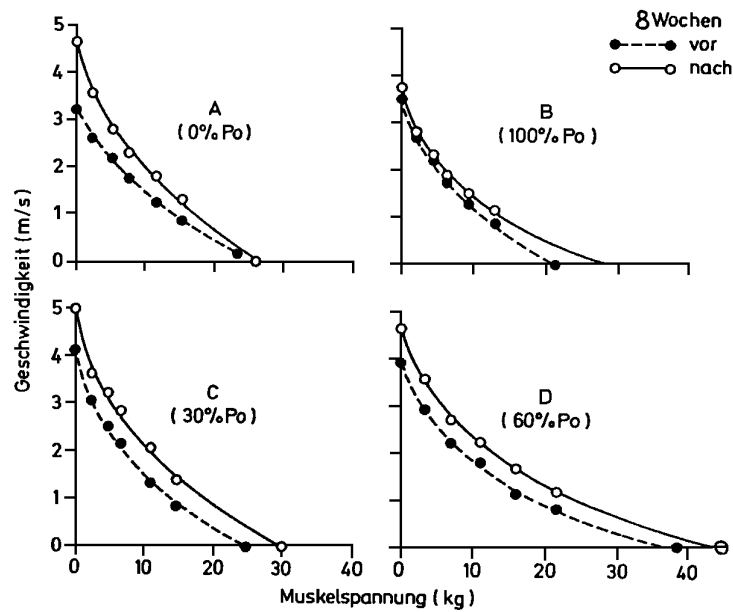


Abb.2: Veränderung der funktionellen Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft durch Trainingseinwirkung (nach Ikai 1970)

Tihany (1987, 43) weist auf den bereits von Bosco (1983, 23) und von Komi mehrfach (z.B. 1975, 9 u. 1985, 257) angeführten Fakt hin, daß die konzentrische Kontraktion wesentlich von der vorangehenden isometrischen oder exzentrischen Kontraktion beeinflusst wird, was sich ebenfalls in veränderten funktionellen Beziehungen (generelle Rechtsverschiebung) ausdrückt.

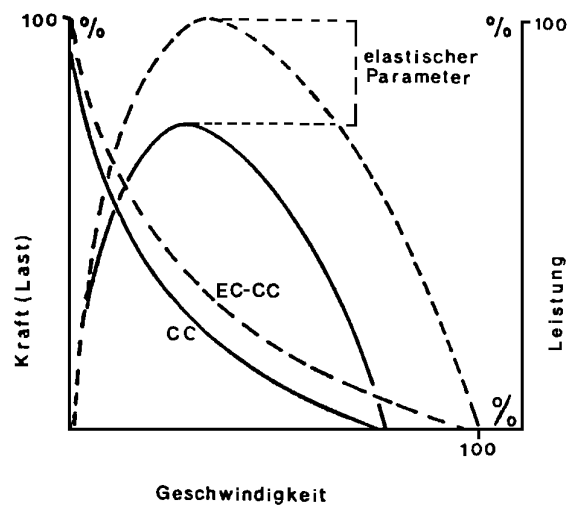


Abb.3: Veränderung der funktionellen Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft bei unterschiedlichen Kontraktionsbedingungen (Tihany 1987)

Ohne an dieser Stelle auf die Ursachen einzugehen, wird deutlich, daß - ohne eine Veränderung der erwähnten Grundaussage - der konkrete funktionelle Zusammenhang stark variieren kann und nicht immer eine hyperbolische Form haben muß. Das gilt insbesondere für die Darstellung von Ausschnitten dieser Beziehung, welche sich z.B.

als eine Gerade darstellen können. Dies ist sowohl untersuchungsmethodisch als auch trainingsmethodisch in Rechnung zu stellen und im konkreten Fall zu beachten.

Die Darstellung und Erklärung der Grundaussage, wonach mit wachsendem Bewegungswiderstand (Last) die Bewegungsgeschwindigkeit sinkt, liegt neben den genannten Autoren bei Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970, 143ff.), Nett (1970, 1385-1386), Zaciorskij (1971, 12ff.), Kusnezow (1972, 14), Verchosanskij (1971, 76), Fetz (1980, 234-235), Rüegg (1980, 48), Hochmuth/Gundlach u.a. (1982, 29), Schmidtbleicher (1984, 17), Bührle (1985, 88) und Müller (1987, 54ff.) vor. Eine weitgehende Erklärung für die Tatsache geringerer Möglichkeiten der Kraftentfaltung bei geringeren Lasten liefert Lehnertz (1984, 31ff. u. 1985, 35ff.) mit seiner Theorie des Kraftfluchteffektes. Dabei spielt die Trägheitskraft eine besondere Rolle, da sie ballistischen Bewegungen ihren besonderen Kraftverlauf verleiht. Dies führt zu den kinematischen Besonderheiten ballistischer Bewegungen. Diese beschreibt Zaciorskij (1971) am Beispiel des Bankdrückens für maximal- und schnellkräftige Bewegungen,

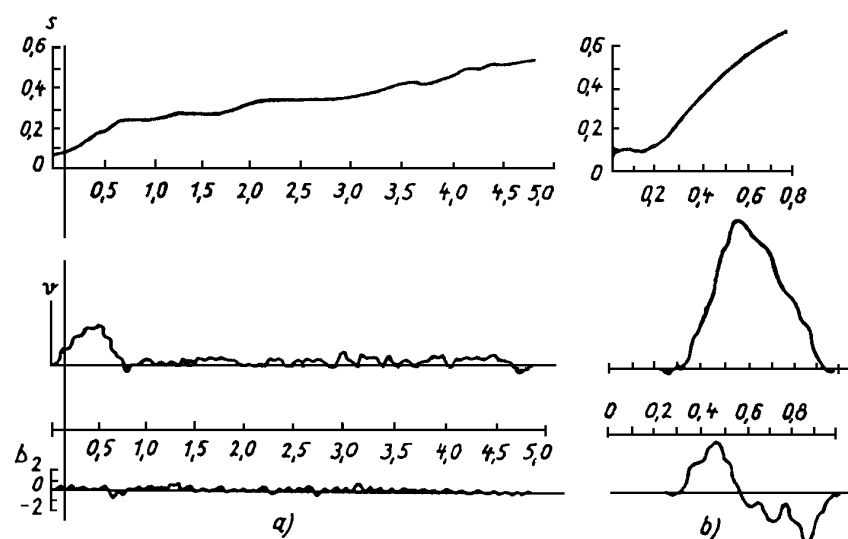


Abb.4a, b: Kinematische Charakteristika des Bankdrückens mit maximaler (a) und geringer (b) Last (Zaciorskij 1971, 19, Abb.10a, b)

während Verchosanskij (1971) sie verallgemeinert darstellt:

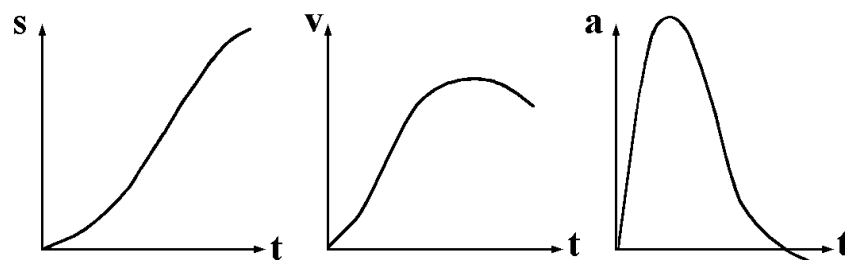


Abb.5: Allgemeine kinematische Charakteristika ballistischer Bewegungen (Verchosanskij 1971, 56)

Das Typische für ballistische Bewegungen ist, daß das Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsmaximum deutlich auseinanderfallen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß für die Übertragung von Kräften bei den relativ hohen Trägheitskräften zu Beginn

der Bewegung weit bessere Bedingungen vorliegen als bei hohen Bewegungsgeschwindigkeiten und damit niedrigen Trägheitskräften (vgl. Müller 1987, 55, Abb.8). Je höher die möglichen Geschwindigkeiten auf Grund der geringen Bewegungswiderstände sind, desto geringer sind auch die Möglichkeiten, Kräfte zu entfalten und zu übertragen (Lehnertz 1988, 43-45; 1985, 34ff.; 1984, 32). Bei extrem schnellen Krafteinsätzen (Schlagbewegungen nach vorheriger Hemmung der Bewegung) sind Diskontinuitäten des Geschwindigkeitsverlaufes zu beobachten, welche nach Lehnertz eine kurzzeitige Unterbrechung der Möglichkeit zur Kraftübertragung anzeigen (a.a.O.).

Im Bestreben, aus der Analyse der funktionellen Beziehungen zwischen Bewegungsgeschwindigkeit und Kraft trainingsmethodisch bedeutsame Aussagen zu erlangen bzw. entsprechende Fähigkeiten abzuleiten, werden unterschiedliche Bereiche dieser Beziehung voneinander abgegrenzt, zueinander in Beziehung gesetzt und den so entstehenden Teilbereichen Fähigkeiten zugeordnet (Zaciorskij 1968, 10, Abb.4; Mahlo 1984, 51, Abb.1 u. 1984, 205, Abb.1a).

Die wohl am stärksten phänomenologische Vorgehensweise findet sich bei Kusnezow (1972, 13-14) und Fetz (1980, 231-233, u. 235). Dabei wird von Kusnezow die Funktionskurve als Bereich der Explosivkraft gekennzeichnet, der Punkt der maximalen Kraft (Beschleunigung = 0) als langsame Kraft und die Fläche unter der Kurve als Schnellkraft. Fetz differenziert in maximale Schnellkraft oder Explosivkraft (Funktionskurve), in submaximale Schnellkraft (unmittelbar an die Funktionskurve anschließende Fläche), statische Maximalkraft (Schnittpunkt der Funktionskurve mit der Ordinate - Kraftachse) und in Langsamkraft (Hauptflächenanteil unter der Kurve).

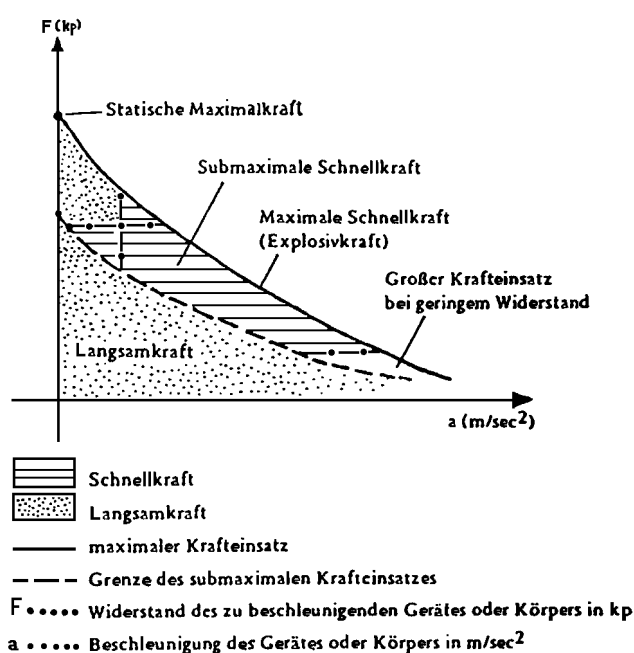


Abb.6: Phänomenologische Differenzierung der funktionellen Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft in Fähigkeitsbereiche (Fetz 1980, 235)

Die Teilbereiche dieser Beziehung werden hier mit Fähigkeiten gleichgesetzt. Dieses Vorgehen erscheint logisch und richtig, impliziert aber erhebliche Fehlaussagen. So bedeutet die Erscheinung, wonach ein hoher Widerstand nur langsam überwunden werden kann, nicht, daß die Kraftentfaltung auch langsam erfolgt. Im Gegenteil, die Funktionskurve setzt voraus, daß trotz der wechselnden Bedingungen (Widerstandsveränderung) die Kraft stets maximal schnell eingesetzt wird. Da die Kraftfähigkeit

des Sportlers jedoch konstant ist, erfolgt bei Widerstandserhöhung eine Herabsetzung der Bewegungsgeschwindigkeit, ohne daß sich der subjektive Krafteinsatz des Sportlers verändern muß. Auch die Interpretation der Fläche unter der Kurve als Schnellkraft, submaximale Schnellkraft oder gar Langsamkraft ist abzulehnen, da die Einflüsse, die zu einem reduzierten Krafteinsatz führen, welcher nicht durch eine Widerstandsreduzierung hervorgerufen wird (erhöhte koordinative oder Ausdaueranforderungen sowie Zielstellungen der Übung, die nicht mit der Kraft oder/und der Geschwindigkeit in Beziehung stehen), im Rahmen dieser Beziehung nicht erfaßt werden können. Dieses fehlerhafte Interpretationsvorhaben (Einbeziehung der Fläche unter der Kurve) zeigt sich auch bei Frey (1977, 342 u. 343) und Tihany (1989, 42, Abb.3). Deshalb sei nochmals darauf hingewiesen, daß eine funktionelle Darstellung der Beziehung Bewegungsgeschwindigkeit/-kraft nur durch die Funktionskurve repräsentiert werden kann. Veränderte Inhalte, Ziele oder Bedingungen führen auch zu einer Veränderung der Kurve. Auch interindividuell sind die Kurven nicht identisch (vgl. Bosco 1983). Die Funktionskurve bezieht sich also nur auf konkrete Sportler, Testbedingungen (Geschwindigkeit oder Kraft variabel), einen bestimmten Zeitpunkt und nur für die Beschreibung zwischen Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft. Jede Funktionskurve ist demnach nur konkretes Beispiel für einen allgemeingültigen Zusammenhang. Die Fläche unter der Kurve repräsentiert Zusammenhänge, die über den Inhalt der Beziehung hinausgehen und im Extrem nichts mit ihr zu tun haben. Die Beachtung dieser Prämissen ermöglicht durchaus relevante und richtige Schlüsse aus der Analyse dieser Beziehung und die Berücksichtigung weiterer Faktoren, sofern diese objektiviert und konstant sind. So nimmt Mahlo in diese Beziehung außer der Kurve maximaler Krafteinsätze auch die Kurve submaximaler Krafteinsätze (Fmit) auf, die aus der Bewältigung definierter Ausdaueranforderungen mit hierfür optimalen (subjektiv maximalen) unterschiedlichen Krafteinsätzen resultieren:

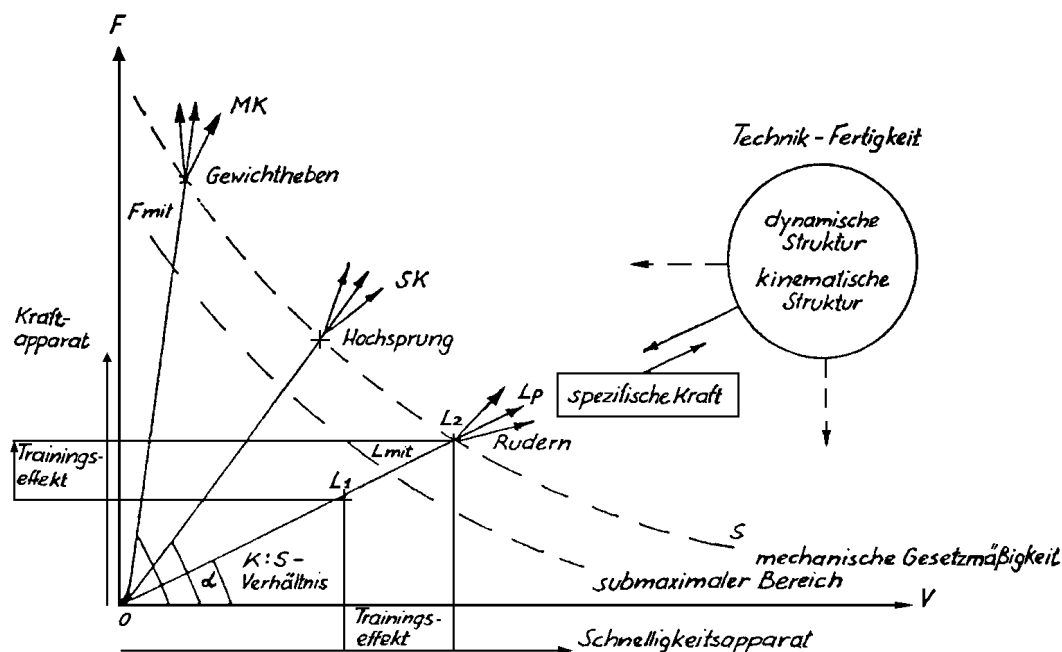


Abb.7: Funktionelle Abhängigkeit von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft bei maximalen Krafteinsätzen (monozyklisch) und bei infolge definierter Ausdaueranforderungen reduzierten Krafteinsätzen (Fmit - polyzyklisch - Mahlo 1984, 51, Abb.1)

Mit der Einbeziehung weiterer Faktoren, wie in diesem Fall der Dauer oder der Wiederholungszahl, ergibt sich die Möglichkeit, die Abhängigkeit Bewegungsgeschwindigkeit/-kraft auch für polyzyklische Bewegungen bzw. komplexe Zusammenhänge zu analysieren bzw. darzustellen. Wesentlich dabei ist jedoch, daß einer der drei Faktoren definiert und konstantgehalten wird, da diese Darstellung nur zweidimensional ist und bei drei Variablen die Erkennbarkeit des gesetzmäßigen Zusammenhanges verlorengeht (s.o. bei Kusnezow, Fetz, Frey und Tihany). Die Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit oder -kraft zur Dauer bzw. Wiederholungszahl der Bewegung bei konstanter Bewegungskraft oder -geschwindigkeit sind im Kapitel 4.1.2. und 4.1.3. dargestellt.

Wesentlich erscheint für polyzyklische Bewegungen die Orientierung auf einen für die Zyklenfolge repräsentativen Einzelzyklus. Damit besteht die Möglichkeit, biomechanische Daten (in diesem Fall die Bewegungsgeschwindigkeit und die -kraft) von monozyklischen und polyzyklischen bzw. azyklischen und zyklischen Bewegungen unterschiedlicher Belastungsanforderungen, aber gleicher Bewegungsstruktur, miteinander zu vergleichen. Dieser Vergleich liefert ebenfalls wertvolle trainingsmethodische Erkenntnisse und ist auch für unterschiedliche Bewegungsstrukturen (Sportarten) denkbar. Immer ist jedoch zu beachten, ob biomechanische Kenngrößen miteinander vergleichbar sind, insbesondere wenn aus diesem Vergleich trainingsmethodische Schlüsse für das Konditionstraining gezogen werden oder gezogen werden sollen.

Gundlach (1978) nimmt einen Vergleich der Kraft-Zeit-Verläufe bei unterschiedlichen Belastungsanforderungen (Wettkampf - GA-Training) in verschiedenen Mittelzeitausdauerdisziplinen vor. Außerdem vergleicht er die Kraft-Zeit-Verläufe der Wettkampfanforderungen in unterschiedlichen Mittelzeitausdauerdisziplinen (Rudern, Kanu, Radsport und Lauf). Diese Vergleiche verdeutlichen trainingsmethodisch relevante Unterschiede der betreffenden biomechanischen Daten. Als Ausdruck der Bewegungsgeschwindigkeit fungiert hier die aktive Bewegungszeit (t_A). Beim zweitgenannten Vergleich werden diese Zeiten auch für Sportarten mit unterschiedlicher Bewegungsstruktur und damit auch Krafteinsätzen angewendet und ihnen entsprechende Fähigkeiten zugeordnet. Gundlach selbst weist darauf hin, daß die Krafteinsätze auf Grund der völlig andersartigen Fortbewegungsarten und den damit unterschiedlichen biomechanischen Bedingungen nicht direkt vergleichbar sind (a.a.O., 119), tut dies aber indirekt doch, indem er die aktiven Bewegungszeiten bzw. Geschwindigkeiten unterschiedlicher Bewegungen, welche vordergründig durch die biomechanischen Bedingungen der Kraftabgabe bestimmt werden (s.o.), miteinander vergleicht. Indem er den Bewegungen mit höheren Bewegungszeiten einen „langzügigen“ (Hervorhebung von Gundlach) Krafteinsatz mit deutlicher Überwindung hoher Bewegungswiderstände zuordnet und die geringeren Bewegungszeiten mit einem schnellkräftigen Krafteinsatz belegt (a.a.O., 124 u.128), schließt er von differenten biomechanischen Daten, die aus mehreren Gründen nicht vergleichbar sind, direkt auf differente Kraftfähigkeiten. Dieser weitreichende Analogieschluß des sonst relevanten Vergleichs kann nicht akzeptiert werden, da er keine belegbare Lösung für die Fähigkeitsproblematik darstellt.

Die bis hierher dargestellten Beziehungen zwischen Kraft und Geschwindigkeit stecken bei weitem nicht die Grenzen der Problematik ab. Eine unbedingt zu beachtende Sicht ist die der unterschiedlichen Kontraktionsformen bzw. Arbeitsweisen. Sie erweitert den Gegenstandsbereich der Geschwindigkeits-Kraft-Beziehung ganz erheblich und relativiert einige Aussagen. Bei den elementaren Kontraktionsformen des

Muskels handelt es sich um die bereits erwähnte und am häufigsten zu beobachtende überwindende oder konzentrische Kontraktion, die statische oder isometrische Kontraktion und die nachgebende oder exzentrische Kontraktion. Weitere Kontraktionsarten stellen Kombinationen oder Sonderfälle dieser Kontraktionsformen dar und sollen hier nicht erläutert werden. Die Übernahme von Kontraktions- bzw. Arbeitsweisen aus der Medizin, die den isolierten Muskel unter Laborbedingungen betreffen (isometrisch, isotonisch, auxoton), sollte vermieden werden, da sie für die Trainingspraxis zu formale Sonderfälle darstellen, welche sich für trainingsmethodisch differenzierte Aussagen nicht anbieten. Ihre Anwendung auf das Krafttraining führte und führt zu sachlich falschen Annahmen und Schlüssen. Dies betrifft vor allem die isotone Kontraktion. Bei dem oft dafür angeführten Beispiel - dem Heben einer Last - herrschen weder in der Anfangsphase (isometrische Kontraktion) noch in der Hauptphase (überwindende oder konzentrische Kontraktion) isotone Verhältnisse. Autoren, die dieses vernachlässigen, gehen deshalb von fehlerhaften Voraussetzungen aus und gelangen auch zu falschen Einschätzungen der unterschiedlichen Kontraktionsformen (z.B. Krüger 1971, 23; Cooper 1970, 27).

Die unterschiedlichen Kontraktionsformen entsprechen den unterschiedlichen Fällen des Verhältnisses von „äußeren“ und „inneren“ Kräften. Die Berücksichtigung der isometrischen Kontraktion (Gleichgewicht innerer und äußerer Kräfte) und der exzentrischen Kontraktion (Dehnung des Muskels auf Grund des Übergewichts äußerer Kräfte) neben der konzentrischen Kontraktion erweitert die Darstellung der funktionellen Beziehungen zwischen Geschwindigkeit und Kraft.

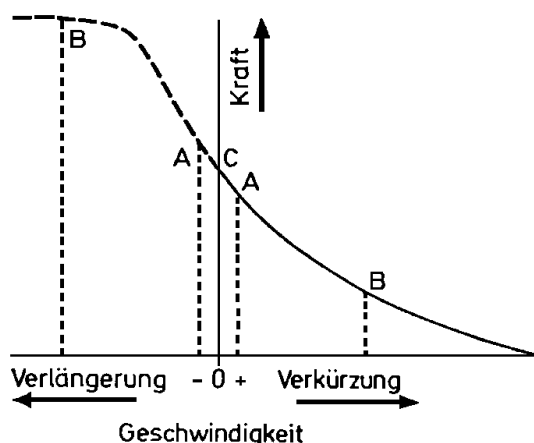


Abb.8: Funktionelle Abhängigkeit zwischen aufzubringender Kraft und realisierbarer Geschwindigkeit bei unterschiedlichen Kontraktionsformen (nach Abbot 1951, Hill 1951, Komi 1971 und Margaria 1982)

Diese Beziehung vereinigt nicht einfach mögliche unterschiedliche Fälle der Muskelkontraktion, sondern muß auch unter dem Aspekt gewertet werden, daß es sich hier um unterschiedliche Phasen einer Bewegung handeln kann. Beispiele dafür sind nicht schwer zu finden, da die Kombination von unterschiedlichen Kontraktionsformen des Muskels nicht nur nicht selten, sondern eher die Regel darstellt, ohne oft jedoch als solche erkannt zu werden. Margaria stellt dazu fest, daß die reaktive Arbeitsweise des Muskels (konzentrische Kontraktion nach vorheriger exzentrischer Kontraktion) die Hauptform muskulärer Tätigkeit darstellt, während die isotone und die isometrische die Ausnahme bilden (1982, 97). Bekannt ist diese Verbindung in den Geh-, Lauf- und Sprungbewegungen infolge der grundlegenden Untersuchungen von Margaria (a.a.O.),

welche das Ziel verfolgten, den Anteil der „negativen Arbeit“ (exzentrische Kontraktion) an der Energiebilanz des Gehens und Laufens zu bestimmen. Hier schließen sich auch speziellere Untersuchungen zur Wirkung einer unterschiedlichen Gestaltung der exzentrischen Phase auf die nachfolgende konzentrische Phase von Sprungbewegungen an (z.B. Bartonietz/Ringk 1978). Damit liegen konkrete Antworten auf die Diskussion der Übertragbarkeit von in der exzentrischen Phase gespeicherter Energie auf die konzentrische Phase (z.B. Komi 1975) vor. Auch Aushol- und Auftaktbewegungen sind Beispiele der Verbindung exzentrischer und konzentrischer Kontraktion. Ebenfalls mehr als einen Sonderfall stellt die Verbindung von isometrischer und konzentrischer Kontraktion dar, weil sie als Anfangskontraktion vor der konzentrischen Kontraktion immer aber als Übergangsphase zwischen exzentrischer und konzentrischer Kontraktion, fungieren kann. Die Verbindung von isometrischer und konzentrischer Kontraktion findet sich bei allen Hebebewegungen (Beginn mit isometrischer Kontraktion), was von einigen Autoren, insbesondere aus medizinischen Wissenschaftsdisziplinen, vernachlässigt wird. Unter den Bedingungen des Krafttrainings mit hohen Bewegungswiderständen kann dies zu grundsätzlichen Fehlern führen.

Hervorgehoben werden muß auch, daß diese Beziehung die maximale Beanspruchung einer Muskelgruppe unter wechselnden Bedingungen darstellt. Die Kontraktionsergebnisse dieser Muskelgruppe können nur für maximale konzentrische, isometrische oder maximale exzentrische Kontraktionen verglichen werden. Die maximale Kontraktionswirkung hängt auch von der Kontraktion der Antagonisten ab. Bei Erbringung maximaler agonistischer Anstrengungen müssen die antagonistischen Einflüsse minimal sein. Die dabei vorhandene gegensätzliche Dynamik maximal konzentrisch versus maximal exzentrisch ist nur für die aktivierte Muskulatur Ausdruck der inneren Kontraktionsbedingungen und stellt für die Antagonisten eine rein äußerliche Sicht dar, die nicht die inhaltlichen Bedingungen dieser Muskulatur widerspiegelt. Eine maximal konzentrische Kontraktion der Agonisten ist bei einer maximal exzentrischen Kontraktion der Antagonisten nicht denkbar, da bei einer maximalen exzentrischen Kontraktion der dehnenden Kraft entgegengewirkt wird und so die Kontraktion der Agonisten nicht nur nicht unterstützt, sondern auch verhindert wird. Die Gegenüberstellung der gleichzeitigen dynamischen Verhältnisse von Agonisten und Antagonisten und deren Gleichsetzung mit Begriffen, die auf die Kraftentfaltung der Muskulatur unter unterschiedlichen Bedingungen angewendet werden (vgl. Dörr 1989, 66), provoziert ebenfalls trainingsmethodische Fehlschlüsse und sollte deshalb unterbleiben. Die mögliche Gegensätzlichkeit von äußerer Dynamik und inneren Vorgängen ist ebenfalls stets zu berücksichtigen.

Die Grenzwerte dieser Funktion beinhalten ebenfalls Problemstellungen. Die Abszisse (Geschwindigkeitsachse) stellt auf den Einzelmuskel bezogen eine Asymptote der Funktion dar, weil auch eine maximal schnelle Bewegung von freien Extremitäten nicht ohne ein Minimum an Kraft, welches bereits zur Überwindung der Eigenträgheit benötigt wird, möglich ist. Die Angabe von Schnittpunkten der Funktion mit der Geschwindigkeitsachse belegt demnach, daß es sich hier um einen Außenaspekt handelt oder die Kraft mit der bewältigten Last gleichgesetzt wird bzw. Beschleunigungs- und Trägheitskräfte vernachlässigt werden. Die Funktionsteile der konzentrischen und der exzentrischen Kontraktion ergeben gegensätzliche Grundaussagen:

konzentrisch	- je höher die aufzubringende Kraft, desto geringer die mögliche Bewegungsgeschwindigkeit und umgekehrt
--------------	---

exzentrisch - je höher die durch die größere äußere Kraft aufgezwungene Dehnungsgeschwindigkeit, desto größer die entwickelte Kontraktionskraft

Dieser Unterschied zeigt sich auch beim Spezialfall der isometrischen Kontraktion. So ist der Kraftwert bei einer aktiv-isometrischen Kontraktion (aktive Anspannung gegen einen feststehenden Widerstand) geringer als bei einer passiv-isometrischen (Entgegenwirken gegen eine aktive äußere Kraft, die gerade noch im Gleichgewicht gehalten werden kann) Kontraktion (Adamczewski 1978, 157, Abb.13 u. 159, Abb.14).

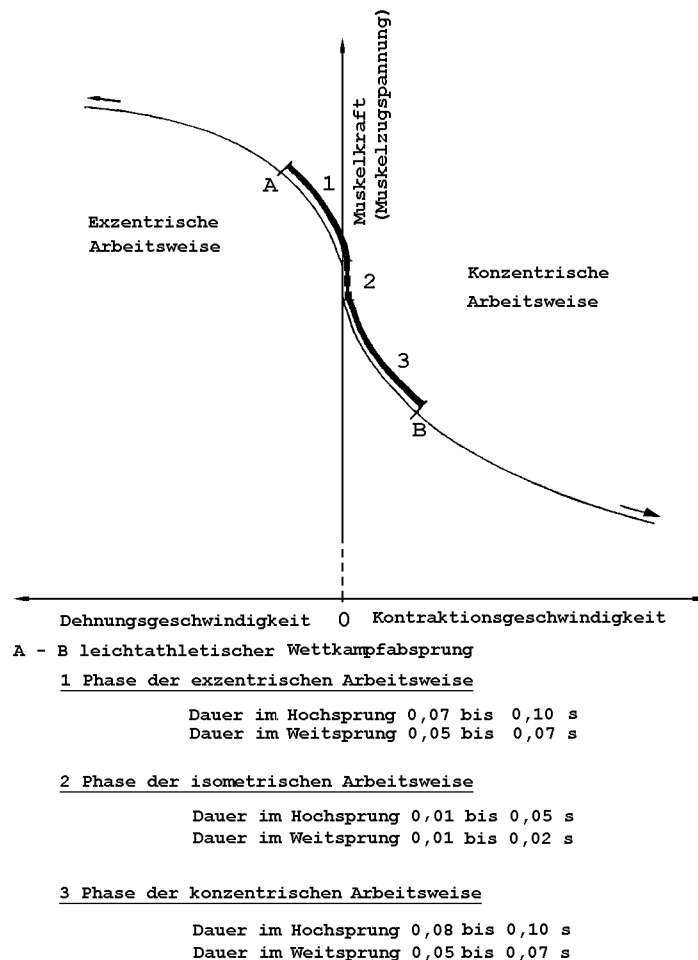


Abb.9: Schematisierte Darstellung der Abhängigkeit zwischen Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft bei unterschiedlichen Arbeitsweisen im Hoch- und Weitsprung (Adamczewski 1978, 157, Abb.13)

Der Teil der Funktion für die exzentrische Kontraktion weicht außer im Vorzeichen auch in der Form vom Teil der konzentrischen Kontraktion ab, da sich hier relativ früh ein Plateau der Kraft herausbildet (Parallele zur Abszisse), welches das Übersteigen der kontraktiven Möglichkeiten des Muskels anzeigt. Die unterschiedliche Gestaltung der Beziehung in den unterschiedlichen Bereichen ist zu beachten, um bei der Untersuchung dieser Beziehung stets inhaltlich zusammengehörende Testergebnisse zu vergleichen. Dies gilt besonders für Bewegungen, welche mehrere elementare Kontraktionsweisen miteinander kombinieren, was eher die Regel als die Ausnahme sein dürfte.

Die Untersuchung der Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft ist besonders in den Schnellkraftsportarten der Leichtathletik, wie den Wurf- und Stoß- und Sprungdisziplinen, dem Gewichtheben und Bewegungen und Bewegungsbestandteilen ähnlichen Charakters in anderen Sportarten relevant, die eine azyklische Bewegungsstruktur aufweisen.

4.1.2. Die allgemeinen funktionellen Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit zur Bewegungsdauer

Aussagen zu dieser Beziehung finden sich weit seltener, was für Untersuchungen dieser Art bzw. Sportarten mit hoher Belastungsdauer generell gilt.

Grundlegende und generalisierte Ergebnisse weisen hierzu auch wieder Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970, 152ff.), Zaciorskij (1971, 69ff.) bzw. Saziorski/Aljeschinski/Jakunin (1987, 22ff.) und Farfel (1977, 212ff.) aus. Auch hier handelt es sich um einen Hyperbelast. Die bekannteste Darstellung dieser Beziehung wird durch die Weltrekordkurve der Laufdisziplinen unterschiedlicher Länge gestellt.

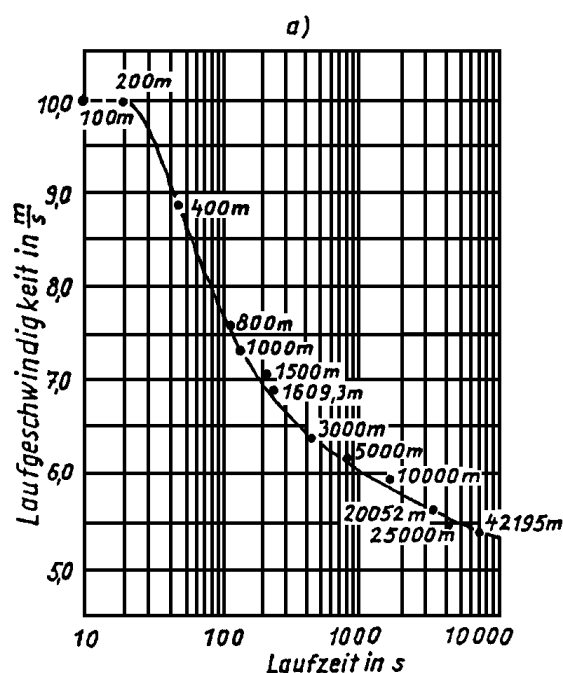


Abb.10: Beziehung von Laufgeschwindigkeit und -zeit (Zaciorskij 1971, 71, Abb.2a)

Farfel (1977, 213) weist auf differenzierbare Bereiche dieser Funktion hin (teillineare Abhängigkeitsbereiche), welche die unterschiedlichen Stoffwechselbereiche und damit auch Intensitätsbereiche repräsentieren, die innerhalb der Gesamtfunktion ineinander übergehen (vgl. auch Zaciorskij 1971, 71, Abb.2b; Matwejew 1982, 74, Abb.4). Dieses Phänomen macht die Beschreibung von Ausdauerfunktionen mittels einer einzigen Gleichung fragwürdig, da sich die Gesamtfunktion aus unterschiedlichen Teilfunktionen zusammensetzt. Deshalb existieren zur Beschreibung von funktionellen Beziehungen der Bewegungsdauer, wenn diese mehrere oder alle Stoffwechselbereiche umfaßt, unterschiedliche Funktionen. Dies reicht von Exponential- und Potenzfunktionen über logarithmische bis zu mehrgliedrigen Funktionen (vgl. Zaciorskij/Kulik/Smirnov 1970, 155; Zaciorskij 1971, 72; Saziorski/Aljeshinski/Jakunin 1987, 22ff.).

Die dargestellte funktionelle Abhängigkeit gilt für unterschiedliche Übungen in gleicher Weise (Farfel 1977, 212). Es besteht wiederum eine umgekehrte Proportionalität. In diesem Fall betrifft das die Intensität (Bewegungsgeschwindigkeit) und den Umfang (Bewegungsdauer) der Übung.

Die Abhängigkeit kann in ihrer Form ebenfalls variieren. Dafür kommen sowohl intra- als auch interindividuelle Veränderungen in Betracht. Wie bei Geschwindigkeit und Kraft sind Veränderungen der Bewegungsgeschwindigkeit oder der möglichen Dauer

der Übungsausführung, aber vor allem deren Kombination möglich. Im Unterschied zur Beziehung von Geschwindigkeit und Kraft weist die Funktion entsprechend der durch die Dauer vorgegebenen Energiestoffwechselbereiche eine stärkere Abgrenzung dieser Bereiche voneinander auf, die oberhalb eines bestimmten Leistungsniveaus zu nachweisbaren Alternativentwicklungen führt. Hier liegen adaptive Alternativen vor, welche nicht miteinander verbunden werden können, da beide Parameter an unterschiedliche funktionelle und morphologische Strukturen gebunden sind (vgl. Israel 1976, 121). Daraus resultiert, daß sich die Funktion für Sportler sehr unterschiedlicher Spezialisierung (z.B. Kurzsprint, Mittelstrecke und Langstrecke im Lauf) überschneiden (vgl. Saziorski/Aljeschinski/Jakunin 1987, 27)

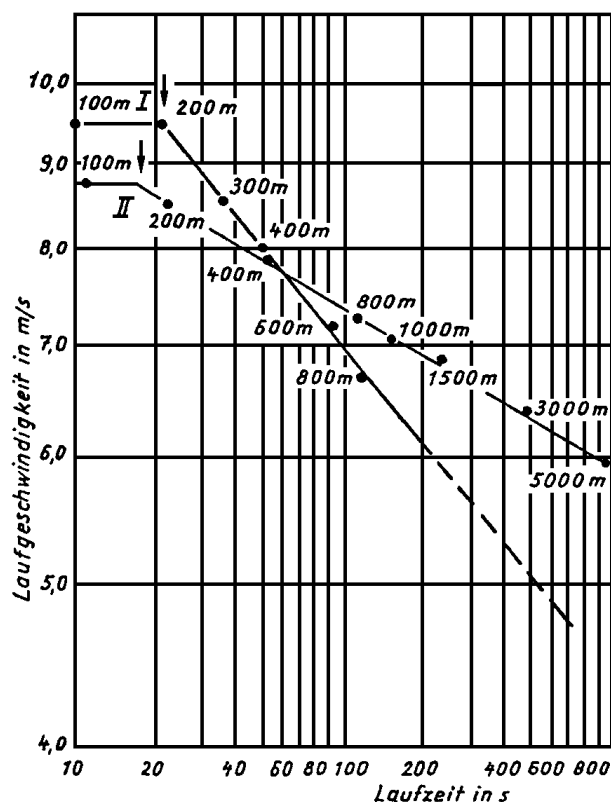


Abb.11: Funktionelle Abhängigkeit von Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungsdauer von Sportlern unterschiedlicher Spezialisierung, I-Sprinter, II-Langstreckenläufer (nach Zaciorskij/Volkov/Kulik 1965, aus Zaciorskij 1971)

Diese Überschneidung ist sowohl bei absoluten Parametern der Geschwindigkeit als auch bei relativen Geschwindigkeiten (%) zu beobachten. Die Unterschiede bei relativen Geschwindigkeiten treten noch deutlicher hervor.

Diese Funktion ließe sich ebenfalls für unterschiedliche Kontraktionsweisen darstellen. Wesentlich ist, daß der Energieverbrauch bei exzentrischer Arbeitsweise und gleicher Leistung wie bei der konzentrischen deutlich geringer ist (Saziorski/Aljeschinski/Jakunin 1987, 194ff.; Margaria 1982, 62-63).

Bei der Beschreibung der allgemeinen funktionellen Beziehung zwischen Bewegungsgeschwindigkeit und -dauer wurde von der Darstellung der Beziehung Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft für vorwiegend azyklische Bewegungen unter 4.1.1. zur Darstellung von Parametern für vorwiegend zyklische Bewegungsabläufe übergegangen. Dies ist dem Zielaspekt - der Darstellung der Beziehungen zur Bewegungsdauer - geschuldet, der „naturgemäß“ bei zyklischen Bewegungen eine vordergründige Rolle spielt. Auch hier ist die Darstellung von für die entsprechende Dauer bzw. Wiederho-

lungszahl der Bewegungen repräsentativen Parametern von Einzelzyklen möglich und mit der gleichen Grundaussage verbunden. Aber auch und besonders hier ist auf Grund der relativ hohen Zahl differenzierter Informationen auf die Verwendung sich wirklich entsprechender Parameter zu achten, um das umgekehrt proportionale Verhältnis von Bewegungsgeschwindigkeit und -dauer auch im Einzelzyklus nachweisen zu können.

Zwischen der Abhängigkeit von biomechanischen Parametern bei azyklischen und zyklischen Bewegungen ist auf einen grundsätzlichen Unterschied hinzuweisen, dessen Bedeutung aus den biomechanischen Kenngrößen nicht direkt sichtbar wird. Bei einer azyklischen Bewegung ist die objektiv zu realisierende (Belastungsanforderung oder äußere Belastung) und die subjektive Intensität (Belastungsgrad oder innere Belastung) übereinstimmend. Bei den zyklischen Bewegungen dagegen bleibt die maximale subjektive Intensität bei Anforderungen mit Wettkampfcharakter zwar bestehen, aber der objektive Charakter der Intensität (relative Größe der biomechanischen Parameter) kann sich dabei grundlegend ändern. Hier handelt es sich um das trainingsmethodisch sehr relevante Problem des Zusammenhanges von Intensität und Umfang. Dies ist zu beachten, da es sich bei der Darstellung der Beziehungen biomechanischer Parameter für monozyklische Bewegungen um ein Problem handelt, welches aus konditioneller Sicht zweidimensional darstellbar ist, während bei polyzyklischen Anforderungen eine dritte Dimension hinzukommt, die nicht zu vernachlässigen ist. Die Dauer bzw. die Wiederholungszahl der Bewegung bestimmt die objektive Intensität. Das Maximum der Intensität (hier der Geschwindigkeit) ist immer nur für monozyklische oder ermüdungsfreie zyklische Anforderungen (wenige Sekunden) realisierbar. Innerhalb einer längerandauernden Wettkampfanforderung, die unterschiedliche Intensitätsbereiche beinhaltet, können deshalb sehr unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe (bezogen auf den Einzelzyklus) beobachtet werden (Start, Übergangsphase, Streckenphase, Zwischen- und Endspurt), die den alternativen Zusammenhang von Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungsdauer belegen. Diese Daten weichen jedoch linksverschoben von den Wettkampfdaten der jeweiligen Teilstrecken ab (vgl. Pansold/Roth u.a. 1973, 108, Abb.1 u.2).

4.1.3. Die allgemeinen funktionellen Beziehungen der Bewegungskraft zur Bewegungsdauer

Die Darstellung dieser Beziehung erscheint zunächst für die Behandlung der Bewegungsgeschwindigkeit nicht relevant zu sein. Sie bildet aber, sowohl in der Reihenfolge als auch als Ausgangspunkt für weitere Aussagen und Untersuchungen, den direkten Anschluß bzw. die Ausgangsbasis.

Die trainingsmethodisch-konditionell orientierte Analyse der Beziehung Bewegungsgeschwindigkeit-Bewegungsdauer von Ausdauerwettkämpfern mit bedeutenden Bewegungswiderständen (Schwimmen, Kanu, Rudern, Skilanglauf, Straßenradsport usw.) führt vordergründig zur Beziehung zwischen Bewegungskraft und Bewegungsdauer, mit deren Beherrschen das Erreichen des Zieles - Aufrechterhaltung eines möglichst hohen Geschwindigkeitsmittels über die vorgegebene Distanz bzw. Dauer - konditionell primär zu erreichen ist. Gleichzeitig sind die Erkenntnisse über diese Beziehung die Ausgangsbasis zur Untersuchung und Erschließung von Reserven, die inhaltlich über diese Beziehung hinausgehen.

Auch diese Beziehung wurde in den grundlegenden Untersuchungen von Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970, 149ff.) und Zaciorskij (1971, 102, Abb.41) dargestellt. Auch hier finden wir den bereits bekannten Hyperbelast und damit die Grundaussage des umgekehrt proportionalen Zusammenhanges von zu überwindendem Widerstand und möglicher Wiederholungszahl vor.

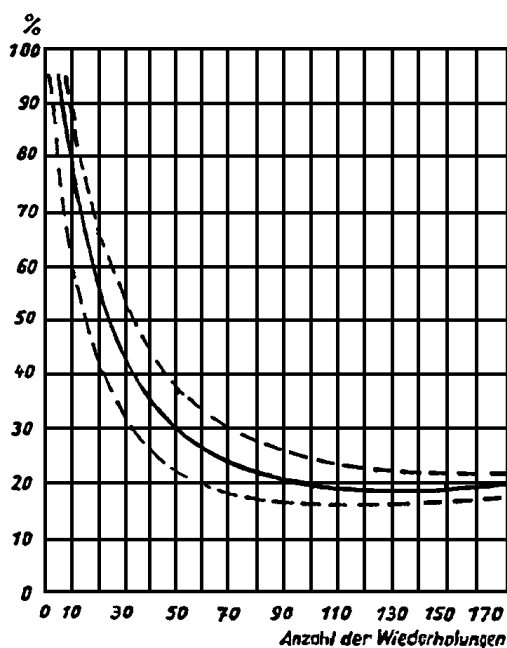


Abb.12: Funktionelle Abhängigkeit von Bewegungskraft bzw. Last und Bewegungsdauer oder Wiederholungszahl (Zaciorskij 1971, 102, Abb.41)

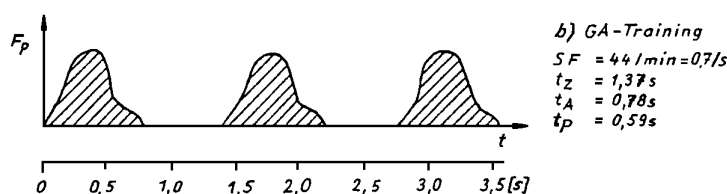
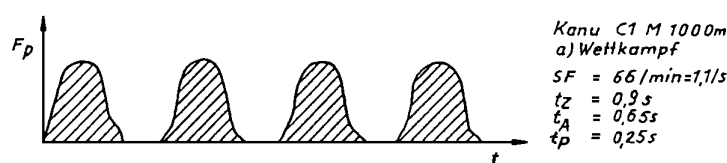
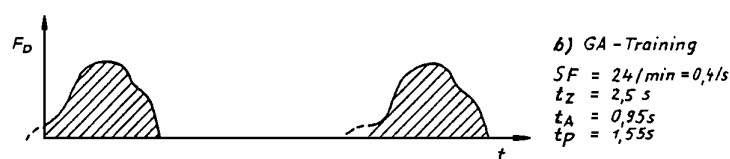
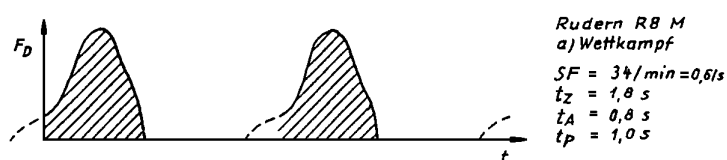
Wie grundsätzlich bei der Beteiligung unterschiedlicher Stoffwechselbereiche an der Ausdauerbelastung, bestehen für die Beschreibung dieser Beziehung mittels einer einzigen Funktion Unsicherheiten. Dies wird mit Hilfe einer Potenzfunktion (negativer Exponent), einer Exponentialfunktion (negativer Exponent) oder mehrgliedrigen linearen Funktionen (z.B. Matwejew 1982, 74, Abb.5) u.ä. versucht.

Die Variabilität dieser Beziehung wird zum Teil übersehen, wenn allgemeingültige Vorgaben für den Krafteinsatz (in der Regel Hantellast in %) und entsprechender Wiederholungszahlen gegeben werden (Letzelter/Letzelter 1990, 214; Schröder/

Harre/Bauersfeld 1986, 144, Abb.27; Scholich 1979, 21, Abb.3). Bei Sportlern unterschiedlicher Spezialisierung ist ebenso wie bei der Abhängigkeit Bewegungsgeschwindigkeit/-dauer von der Überschneidung der Funktionsbilder auszugehen. Dies betrifft auch intraindividuelle Veränderungen bei grundsätzlicher Trainingsumstellung.

Auch bei dieser Beziehung erweist sich die Analyse des für eine bestimmte Zyklenzahl repräsentativen Einzelzyklus als nützlich. Hier ergibt sich bei veränderten Anforderungen an die Dauer oder Wiederholungszahl der Krafteinsätze auch eine im Einzelzyklus sichtbare umgekehrt proportionale Abhängigkeit zwischen der Höhe und der Dauer des Krafteinsatzes.

In der bereits oben erwähnten Arbeit vergleicht Gundlach (1978) mit Hilfe von Daten aus verschiedenen Mittelzeitausdauerdisziplinen jeweils den Kraft-Zeit-Verlauf der Einzelzyklen im Wettkampf und im GA-Training. Obwohl diese Daten dem hier zu stellenden Vergleich nicht vollständig genügen, da die subjektive Intensität im Training nicht mit dem Wettkampf übereinstimmt und deshalb Trainingskurven gegenüber Wettkampfkurven differieren, wird das Prinzip eindrucksvoll verdeutlicht. Danach liegt bei den Wettkampfanforderungen (geringere Dauer bzw. Wiederholungszahl als im GA-Training) ein ausnahmslos höherer und kurzfristiger Krafteinsatz vor.



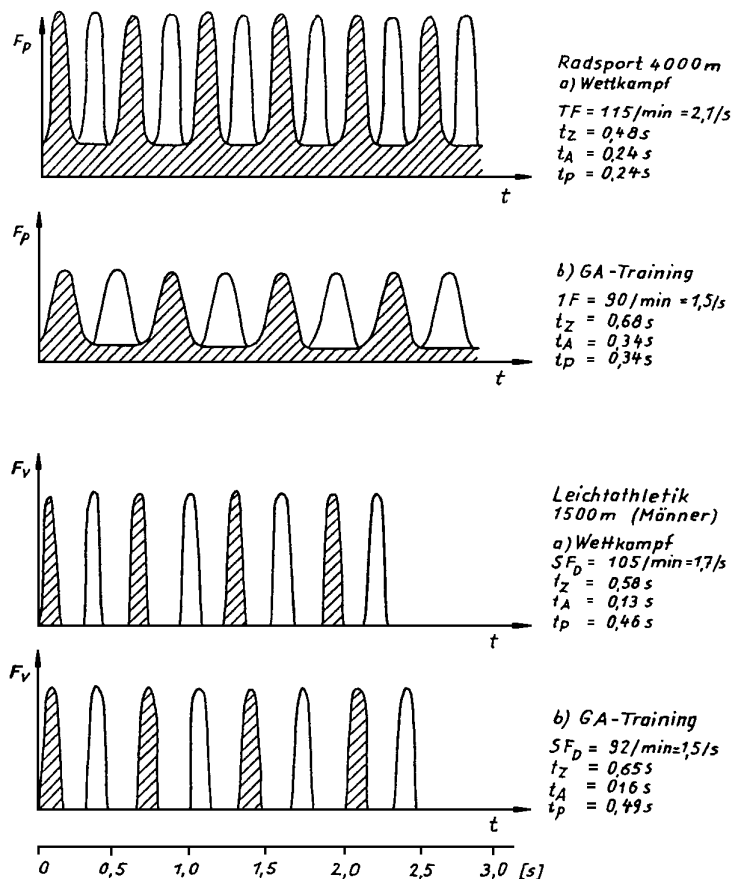


Abb.13a-h: Unterschiedlicher Kraft-Zeit-Verlauf im Wettkampf und GA-Training verschiedener Mittelzeitausdauerdisziplinen (Gundlach 1978, 121-122, Abb.2-3)

Wie bei der Geschwindigkeits-Zeit-Beziehung können diese unterschiedlichen Kraft-Zeit-Verläufe prinzipiell auch innerhalb eines Wettkampfes vorkommen, ohne dann jedoch diese hohe Variabilitätsspanne aufzuweisen. Um solch ein Problem handelt es sich auch beim Aufrechterhalten statischer Krafteinsätze. Hier gehen, wie auch bei der Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungsdauer, unterschiedliche Stoffwechselbereiche ineinander über. Für die Darstellung dieser Beziehung kann auch die Kraft-Zeit-Kurve herangezogen werden.

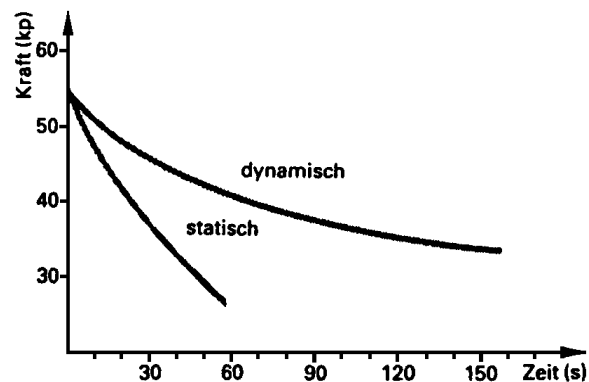


Abb.14: Funktionelle Abhängigkeit von Bewegungskraft und -dauer bei isometrischer und dynamischer Kontraktion (nach Stull und Clarke 1971, 136)

Der Vergleich der Beziehung von Kraft und Dauer der Bewegung bei zyklischer und statischer Kontraktion zeigt zeitliche Unterschiede im Aufrechterhalten der Kontraktionskraft. Zur Erklärung ist darauf hinzuweisen, daß sich der Kurvenverlauf insofern voneinander unterscheidet, als bei der statischen Kontraktion der Kraftabfall in vergleichbaren Zeiträumen wesentlich stärker ist. Dies ist auf Grund der unterschiedlichen Arbeitsbedingungen (kontinuierliche Kontraktion und kontinuierlicher Wechsel von Kontraktion und Entspannung) plausibel erklärbar.

Besonders für Kraftausdauersportarten, die sich mit dem Medium Wasser auseinandersetzen müssen (Rudern, Kanu, Schwimmen), spielt die Ähnlichkeit zur isokinetischen Kontraktionsweise eine wesentliche Rolle. Dabei handelt es sich um eine Sonderform der konzentrischen Kontraktion, deren Besonderheit darin liegt, daß die Bewegungsgeschwindigkeit einen vorgesehenen Wert nicht überschreiten kann, die Geschwindigkeit also quasi konstant bleibt. Gegenüber „normalen“ konzentrischen Kontraktionskurven (konstante Last, variable Geschwindigkeit) ist die isokinetische Kurve durch höhere Kräfte über größere Zeitintervalle gekennzeichnet. Bezogen auf die Abhängigkeit Bewegungskraft-Bewegungsgeschwindigkeit läge die Kurve für die isokinetische Kontraktion zwischen der konzentrischen und der isometrischen. Damit besteht eine grundsätzliche Ähnlichkeit zu den spezifischen Kontraktionsbedingungen für Sportarten mit gleitender Fortbewegung, da die Kräfte wesentlich unter den maximalen (isometrischen) liegen, die Geschwindigkeitsschwankungen erheblich geringer sind als bei typischen konzentrischen Kontraktionsbedingungen und die Phase der Kraftabgabe (Antriebsphase) relativ lang ist (vgl. Hochmuth 1986, 40, bzw. Kap. 4.2. der vorliegenden Arbeit).

4.1.4. Die allgemeinen komplexen funktionellen Beziehungen von Bewegungsgeschwindigkeit, -kraft und -dauer sowie der Bewegungsleistung

Die komplexe Betrachtungsweise der funktionellen Beziehungen schafft durch die höhere Abstraktion die Möglichkeit, Aussagen zu erlangen, welche der Zielkomplexität besser entsprechen, und kann so letztlich differenziertere Erkenntnisse hervorbringen.

Bei komplexer Betrachtung der funktionellen Beziehungen zwischen den unter konditioneller Sicht im Vordergrund stehenden Bewegungsparametern müssen die Unterschiede und Gemeinsamkeiten, welche bei selektiver Betrachtung noch sichtbar sind, in Betracht gezogen werden, da die komplexere Sicht das Risiko in sich birgt, daß derartige Besonderheiten nicht mehr erkennbar sind und demzufolge als bekannt und beherrscht vorausgesetzt werden müssen. Der Übergang zu einer komplexeren Sicht beinhaltet zwei Stufen. Das betrifft zunächst die komplexe Sicht der elementaren Beziehung selbst. Diese Sicht äußert sich in der Berücksichtigung von Komplexgrößen, welche von beiden Einflußgrößen beeinflußt werden. Solch ein Beispiel dafür findet sich bei Wilkie (1950), der die mechanische Leistung in Abhängigkeit von Kraft und Geschwindigkeit untersuchte.

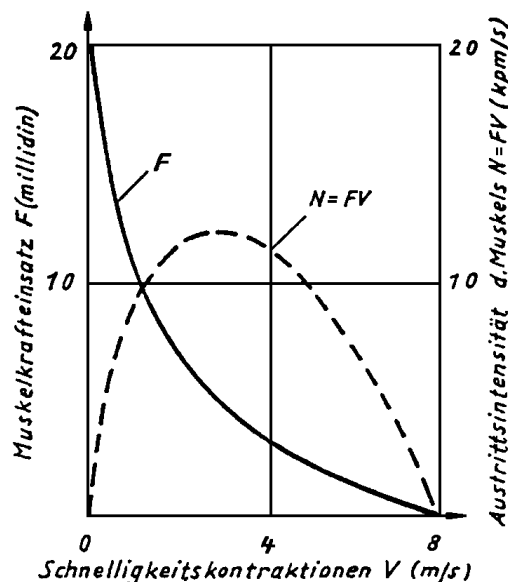


Abb.15: Funktionelle Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungskraft unter Berücksichtigung der resultierenden mechanischen Leistung (nach Wilkie 1950, aus Verchosanskij 1971, 23, Abb.10)

Diese Beziehungen beschreiben auch Verchosanskij (1971, 80), Adamczewski (1978, 152), Hochmuth/Gundlach (1982, 28f), Knauf/Hochmuth/Prause (1982, 42f u. 53, Abb.5), Pahlke (1988, 55) und Tihany (1984, 42 u. 1989, 42). Solche Komplexwerte ließen sich für die Beziehungen Bewegungsgeschwindigkeit/-dauer (v_t) und Bewegungskraft/-dauer (F_t) analog der dargestellten Vorgehensweise formal bilden. Dies wurde und wird auch immer wieder in dem Bestreben versucht, relevante Zielkennziffern zu finden (Bartonietz/Borkeloh u.a. 1990, 38-39). Sofern nicht bereits bei diesem formalen Vorgehen Unzulänglichkeiten sichtbar werden, zeigt sich jedoch, daß für zyklische Bewegungsaufgaben eine zweidimensionale Betrachtungsweise die unter konditioneller Sicht besonders relevanten Parameter nicht erfassen kann, da hier eine Betrachtung aller drei Parameter notwendig ist. Einen Kompromiß zur Lösung dieser Aufgabe zeigt Mahlo (1984), indem er die Beziehung Bewegungsgeschwindigkeit/

-kraft als Leistung zusammenfaßt (spezifischer Kraftfaktor P) und in Beziehung zur Bewegungsdauer setzt.

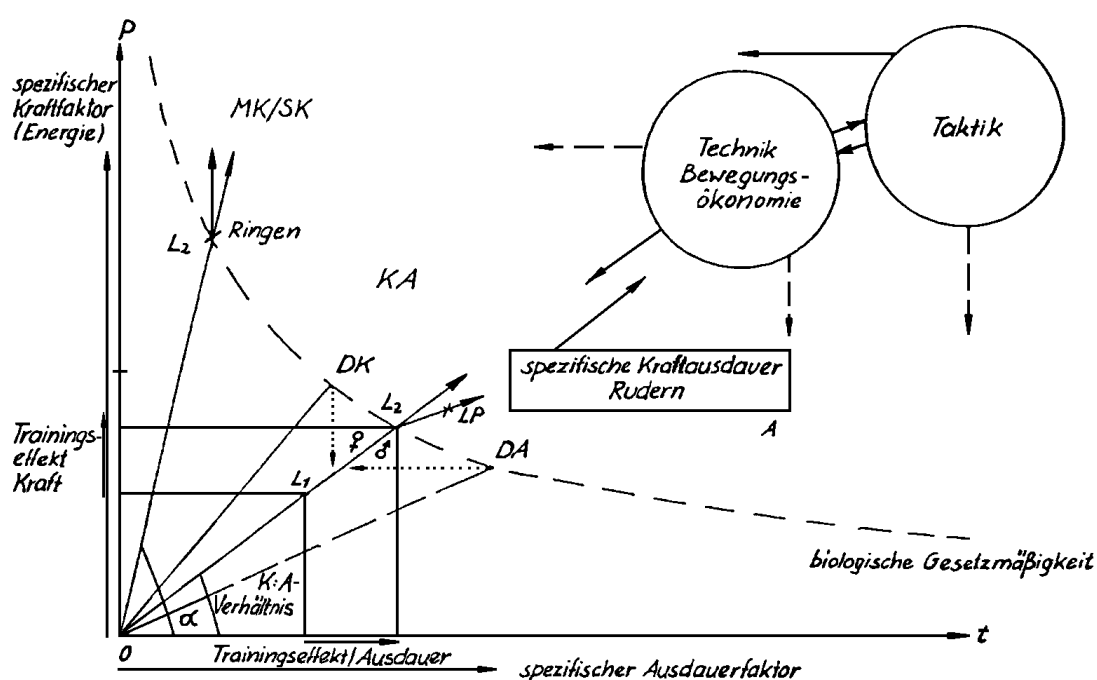


Abb.16: Funktionelle Beziehung zwischen Bewegungsleistung und -dauer (Mahlo 1984, 52, Abb.2)

Hier werden jedoch Grenzen der Komplexität in der Darstellung von komprimierten Daten und der Abstraktion erreicht, welche den Einfluß einzelner relevanter Faktoren nicht mehr ausreichend erkennen lassen. Für die differenzierte Beschreibung und Darstellung aller drei Beziehungen sollte deshalb selektiv und zweidimensional oder komplex und dreidimensional vorgegangen werden. In Erweiterung der bis hierher selektiven Darstellung der Beziehungen wenden Ikai (1967) und Gundlach (1968) eine dreidimensionale Darstellungsweise an.

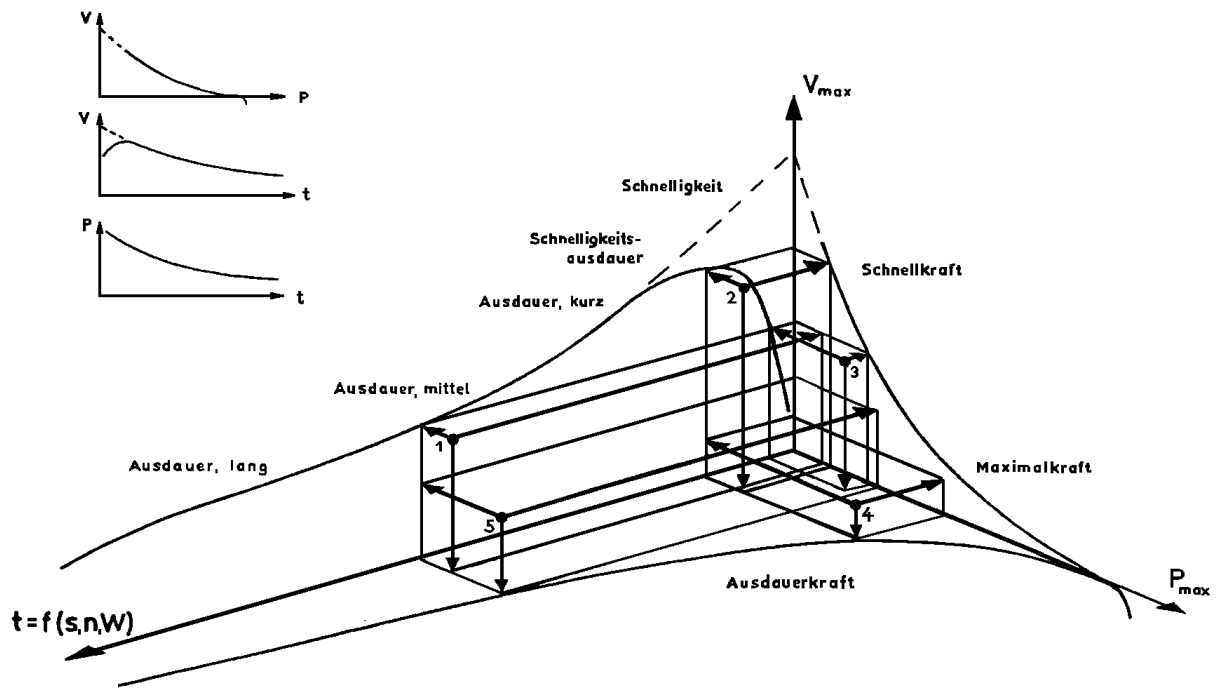


Abb.17: Dreidimensionales Modell der funktionellen Beziehungen von Bewegungsgeschwindigkeit/-dauer und -kraft (nach Gundlach 1968, 201)

Dieses Modell entspricht den komplexen Anforderungen in zyklischen Sportarten und läßt eine Zuordnung aller drei Parameter von vergleichbaren Bewegungen zu. Desweiteren lassen sich hier Bewegungen mit extrem unterschiedlichen Anforderungen (Gewichtheben, Marathon und Sprint) einordnen. Auf diese Weise entsteht eine wertvolle Ableitungsebene für das zielgerichtete Vervollkommen entsprechender konditioneller Fähigkeiten. Wie bereits bemerkt, ist eine solche vergleichende Kennzeichnung von Bewegungsaufgaben mit ähnlichen konditionellen, aber unterschiedlichen bewegungsstrukturellen Anforderungen nur eingeschränkt aussagefähig. Derartige Einschränkungen der Vergleichbarkeit müssen selbst bei ähnlicher Bewegungsstruktur, aber erheblichen konstitutionellen Unterschieden, in Rechnung gestellt werden.

Der eigentliche Wert dieses Modells nach Ikai und Gundlach besteht nicht so sehr in der direkten Aussage über die funktionellen Beziehungen der konditionellen Fähigkeiten (Gundlach 1968, 200), da deren funktionelle Beziehungen eine völlig andere Darstellung ergeben (vgl. Kap. 4.3.). Wesentlicher erscheint die komplexe biomechanische Kennzeichnung, die auch Schlußfolgerungen über komplexe konditionelle Anforderungen erlaubt, was sonst kaum möglich ist.

Wie bereits erwähnt, werden die angegebenen biomechanischen Parameter oft mit entsprechenden Fähigkeiten gleichgesetzt und auf diese Weise entsprechende dreidimensionale Fähigkeitsmodelle geschaffen (z.B. Bringmann 1990, 29, Abb.1) oder einfach von Gundlach übernommen (Neumann 1991, 29, Abb.1). Neben der Gleichsetzung von biomechanischen Parametern mit Fähigkeiten erfolgt meist gleichzeitig auch die fehlerhafte Übertragung der alternativen Beziehungen zwischen den biomechanischen Kennziffern auf die Beziehungen zwischen den Fähigkeiten (z.B. Jonath/Krempel 1989, Abb. auf S. 22; Neumann 1984, 174, Abb.1). Weiterhin entstehen Fehler durch die Einordnung von sportlichen Leistungen mit, auf Grund der unter-

schiedlichen Bewegungsstruktur und -bedingungen, nicht vergleichbaren Bewegungsparametern in das komplexe Fähigkeitsmodell (z.B. Jonath/Krempel a.a.O.). Bei diesen Vorgehensweisen sind Fehler auch bei vorliegenden exakten Untersuchungsdaten nicht zu vermeiden, da diese aus der Gleichsetzung von biomechanischer Meßgröße und Fähigkeit resultieren.

Als konsequente Anwendung der komplexen Sichtweise unter der Maßgabe, differenzierte trainingsmethodisch relevante Erkenntnisse über die biomechanische Lösung der sportlichen Aufgabe für zyklische Bewegungen zu erhalten, erweist sich die Analyse der mechanischen Leistung im Verlauf des Wettkampfes. Diese Möglichkeit deutet sich bereits bei Ikai (1967) an, ohne daß sie jedoch entsprechend genutzt wurde. Hochmuth/Gundlach (1982) untersuchten die mechanische Leistung als Zielgröße des Krafttrainings mit spezifischerem Aussagewert als das Kraftpotential. Diese Komplexgröße wird mit dem Begriff der Bewegungsleistung belegt. Blümel (1982) definiert: „Unter Bewegungsleistung versteht man eine komplexe Größe, die durch die in einem bestimmten Arbeitsbereich abgegebene mechanische Leistung und durch ihre willensmäßige Verfügbarkeit bzw. Steuerbarkeit charakterisiert wird.“ (100). Mit der Bewegungsleistung steht eine komplexe Kennziffer zur Verfügung, die sowohl die Bewegungsgeschwindigkeit als auch die Kraft (F_v bzw. Arbeit pro Zeiteinheit) berücksichtigt (Hochmuth 1986, 43). Sie stellt die aussagekräftigste Kennziffer zur Erklärung und Bewertung sportlicher Leistungen dar, auch wenn nicht immer bewußt damit umgegangen wird, da viele Bewertungsgrößen die mechanische Leistung repräsentieren oder direkt von ihr bestimmt werden, ohne daß dies erkannt wird.

Über den Betrag der mechanischen Leistung bei variablen Kraft- und/oder Geschwindigkeitswerten gibt es unterschiedliche Angaben und Auffassungen. Die in Abbildung 15 dargestellte Beziehung wird von den meisten Autoren beschrieben (Podolsky 1960; Adamczewski 1978, 152, Abb.8b; Nolte 1988, VI; Tihany 1989). Danach ergibt sich die höchste Leistung bei etwa einem Drittel der Maximalwerte von Kraft und Geschwindigkeit (Podolsky 1960; Zaciorskij 1971, 8-9; Verchosanskij 1971, 23; Pahlke 1987, 55; Nolte 1988, VI; Tihany 1989, 42). Dagegen findet sich bei Hochmuth/Gundlach u.a. die Aussage einer etwa konstanten mechanischen Gesamtleistung über den gesamten Bereich unterschiedlicher Bewegungswiderstände auf der Grundlage ihrer Untersuchungsdaten (1982, 28f). Die von ihnen angegebene Beschleunigungsleistung zeigt ein ähnliches Verhalten wie die von Wilkie beschriebene Leistung.

Ohne weitere Informationen zu den Untersuchungsdaten und den Testbedingungen ist eine Stellungnahme an dieser Stelle nicht möglich. Hinzuweisen ist jedoch auf die unterschiedliche Verwendung des Begriffes Bewegungsleistung (Auf eine Diskussion zum Begriff der sportlichen Leistung kann hier auf Grund der in der Literatur bereits umfangreich vorgenommenen Diskussion verzichtet werden.). Selbst beim Gebrauch im Sinne der obengenannten Definition von Blümel ist z.B. zwischen maximaler, durchschnittlicher, Gesamt-, Hub- oder Beschleunigungsleistung zu unterscheiden (Hochmuth, 1986; Knauf/Hochmuth/Prause 1982). Des weiteren sind unterschiedliche Abhängigkeiten bei unterschiedlichen Kontraktionsformen und Bewegungsphasen ins Kalkül zu ziehen.

Insgesamt stellt die Untersuchung der Bewegungsleistung das wohl beste Verfahren dar, die Komplexität sportlicher Leistungen zu erfassen. Dies trifft auch für Ausdauerleistungen zu, wenn die Zeit adäquat berücksichtigt wird. Mit der Leistung existiert eine Bewertungskennziffer für den Effekt unterschiedlicher Geschwindigkeits- und Kraftwerte bzw. für deren Wechselverhältnis. Wesentlich erscheint zur richtigen

Bestimmung und für generelle Ableitungen im Krafttraining auch darauf hinzuweisen, daß sich die erzielte Gesamtleistung stets aus einem Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsanteil und einem Widerstands-, Verschiebe- oder Hubanteil zusammensetzt (Hochmuth/Gundlach u.a. 1982, 21). Die komplexe Erfassung der funktionellen Beziehungen von Bewegungsgeschwindigkeit, -kraft und -dauer eröffnet erst die Möglichkeit zur Untersuchung der Bewegungsgeschwindigkeit, da diese in direkter Abhängigkeit zu den anderen Bewegungsparametern steht. Ihre Variation ruft mit Notwendigkeit entsprechende Veränderungen der anderen Bewegungsparameter hervor (wie sie selbst durch diese determiniert ist), die berücksichtigt werden müssen, um die Wirkung dieser Variation so zu verstehen, wie sie entsteht - nämlich im Komplex. Die Untersuchungen der Bewegungsgeschwindigkeit sind also nur sinnvoll, wenn sie deren komplexe Abhängigkeit berücksichtigen und erfassen, d.h., sie stellen von vornherein hohe untersuchungsmethodische Ansprüche, deren Realisierungsmöglichkeit nicht ohne weiteres als gesichert angesehen werden kann.

4.2. Allgemeine kinematische und dynamische Kennzeichnung der Ruderwettkampfbewegung (Ansätze der Bewegungsgeschwindigkeit)

Die Beschreibung der Anforderungen des Ruderwettkampfes unter dem Aspekt der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining ist nur unter bestimmten Einschränkungen und Voraussetzungen praktikabel und sinnvoll. Diese seien hier zur Begründung der anschließenden Sicht angeführt.

Die Ruderwettkämpfe sind durch stark wechselnde äußere Bedingungen, die durch die Unterschiedlichkeit der Wettkampfstätten und der Wettkampfbedingungen hervorgerufen werden, gekennzeichnet. Hinzu kommt die Unterschiedlichkeit der Anforderungen in den verschiedenen Bootsklassen und auf den unterschiedlichen Bootsplätzen innerhalb einer Bootsklasse sowie die Variabilität der mechanischen Bedingungen infolge der in einem bestimmten Rahmen möglichen individuell vorgenommenen Veränderungen des Bootsgerätes durch den Sportler selbst (Trimmung). Diese Unterschiede stellen ebenfalls für die Beanspruchung und Nutzung der konditionellen Fähigkeiten wesentliche Größen dar, die nicht nivelliert werden dürfen. Sie sollen hier aber nicht diskutiert werden.

Wesentliche Unterschiede in den Anforderungen des Wettkampfes entstehen auch durch die unterschiedliche bewegungstechnische und sporttaktische Aufgabenbewältigung des Wettkampfes durch den Sportler, deren Erläuterung den Rahmen dieser Arbeit ebenfalls überschreiten würde.

Aus dem Ziel des Ruderwettkampfes, die vorgegebene Distanz von 2000m innerhalb einer möglichst geringen Zeitdauer zu überwinden, resultiert, daß die mittlere Geschwindigkeit des Bootes eine Hauptzielkennziffer darstellt (Buchmann 1978, 28). Die mittlere Bootsgeschwindigkeit kann an Hand der mittleren Bootsgeschwindigkeit eines einzelnen Schlages ausgedrückt werden, wenn dieser das Rennen in seiner Gesamtheit repräsentiert (Schneider 1980, 33), also einen repräsentativen Durchschnittswert aller Wettkampfschläge darstellt. Der Bezug auf einen Bewegungszyklus eröffnet die praktikable Möglichkeit einer Darstellung aller betreffenden kinematischen und dynamischen Parameter, weil diese Darstellung für die 200-240 Schläge des Ruderwettkampfes nicht denkbar ist. Die Notwendigkeit, sich auf repräsentative Einzelzyklen zu beschränken, ist jedoch mit der Gefahr verbunden, daß die Dauer des Wettkampfes bzw. die Tatsache, daß dieser Durchschnittswert über 200 mal wiederholt werden muß, bei Interpretationen und Ableitungen nicht ausreichend oder überhaupt nicht kalkuliert wird. Intra- aber auch interindividuelle Unterschiede werden durch die Variabilität dieser repräsentativen Einzelzyklen erfaßbar.

Die Beschreibung des Geschwindigkeitsverlaufes im Ruderzyklus ist an das Treffen einer weiteren Vereinbarung gebunden. Diese besteht in der Wahl des Bezugssystems. Die komplizierten mechanischen Bedingungen beim Rudern führen zu sehr unterschiedlichen Geschwindigkeitsverläufen je nach Wahl der Bezugsebene (Nolte 1989, 447; Buchmann 1987, 95).

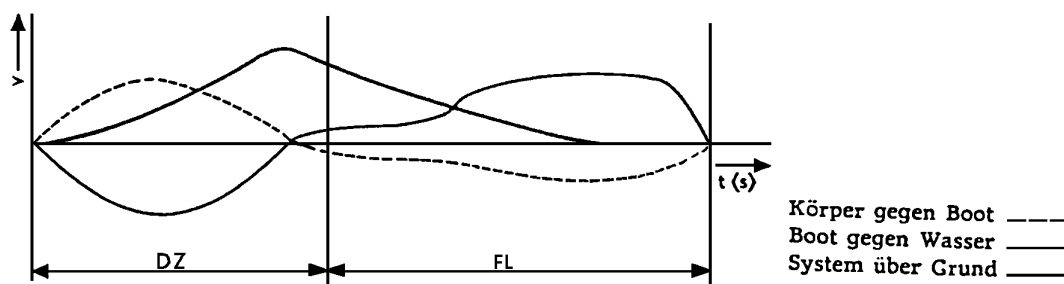


Abb.18: Unterschiedliche Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe des Ruderzyklus je nach Wahl der Bezugsebene (Buchmann 1978, 95, Abb.56)

Zur unter der Sicht trainingsmethodischer Ableitungen sinnvollen Beschreibung der Ruderwettkampfanforderungen ist deshalb der Bezug auf die Realisierungsebene des Sportlers zu wählen. Diese Betrachtungsebene wird von Nolte ausgedrückt, indem er die Feststellung „Der Ruderer bewegt sich und den Innenhebel im Boot, er betrachtet seine eigene Bewegung relativ zum Boot, ...“(1989, 446) trifft.

Diese Bezugsebene bezieht sich direkt auf die vom Sportler ausgeführte Bewegung und läßt demzufolge auch direkte Schlußfolgerungen zu. Dabei sind jedoch die Besonderheiten der unterschiedlichen Bezugssysteme für eine korrekte Wertung der ermittelten Ergebnisse zu beachten (vgl. Schwanitz 1975, 10ff.). Unter dem Gesichtspunkt der Kondition erfolgt eine strikte Orientierung auf den Durchzug, da hier die wesentlichsten konditionellen Antriebsleistungen erfolgen. Die unter der Sicht der Bewegungsgeschwindigkeit besonders interessant erscheinenden höheren Geschwindigkeiten im Freilauf sind der Besonderheit der Ruderbewegung gezollt und unter der konditionellen Sicht weniger relevant, da diese Geschwindigkeiten Ergebnis des Durchzuges und der im Freilauf erfolgenden Massenverschiebung der Mannschaft sind und deshalb nicht vordergründig konditionell, sondern weit mehr koordinativ-technisch determiniert sind. Die im Freilauf auftretenden Geschwindigkeiten sind außerdem auch nicht so hoch, daß hier vordergründige Limitierungen durch die Schnelligkeit oder Schnelligkeitsausdauer zu erwarten sind.

Der Betrachtungsebene der Sportlerbewegung entspricht der Geschwindigkeitsverlauf des Innenhebels (Innenhebelpunkt) bzw. der Hand.

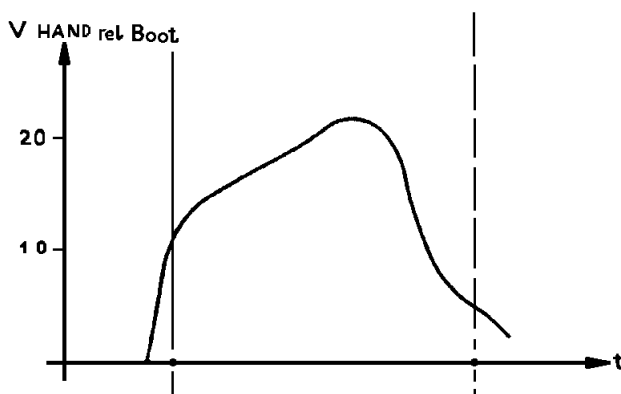


Abb.19: Grundsätzlicher Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf des Innenhebel- oder Handpunktes (Nolte 1989, 447, Abb.3B)

Zur Realisierung dieser Geschwindigkeitsverläufe vollzieht der Sportler im Durchzug etwa die folgende Bewegung zum Antrieb des Innenhebels:

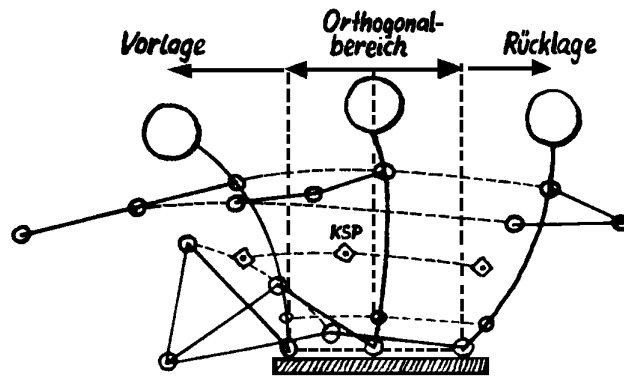


Abb.20: Schematische Darstellung der Ruderbewegung mit Verlauf einiger kinematischer Bezugspunkte (Buchmann 1978, 100, Abb.24)

Diese Bewegung wird, üblicherweise bezogen auf den Durchzug des Innenhebels, in drei wesentliche Bewegungsphasen, den Vorder-, Mittel- und Endzug, oder bezogen auf die Körperlage, die Vorlage, den Orthogonalbereich und die Rücklage (vgl. Abb.20) eingeteilt. Unter anderen Gesichtspunkten sind weitere Einteilungen möglich. Bezogen auf die notwendigen Teilbewegungen des Ruderers lassen sich den kinematischen und dynamischen Verläufen des Durchzuges Teilkörperbewegungen bzw. funktionelle Muskelgruppen zuordnen.

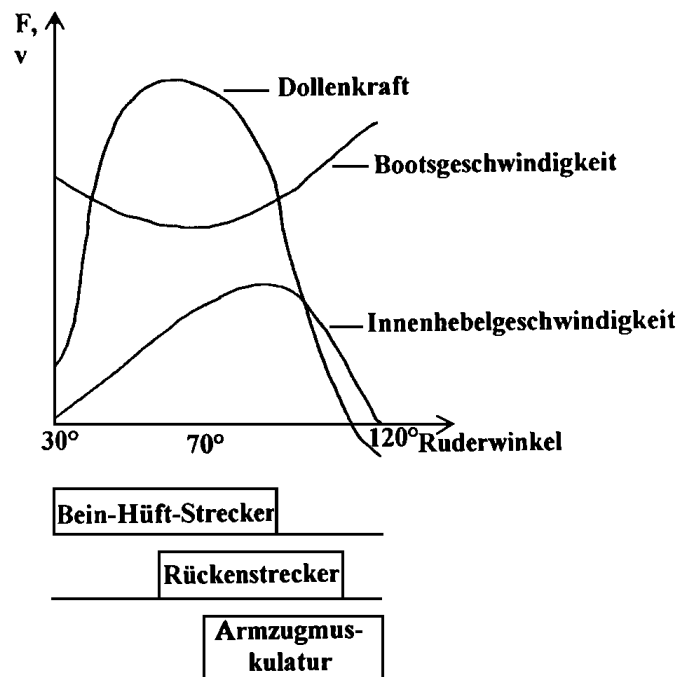


Abb.21: Schematische Zuordnung der Hauptaktivitätsphasen funktioneller Muskelgruppen zu entsprechenden Geschwindigkeits- und Kraftverläufen im Ruderdurchzug (leicht modifiziert nach Buchmann und Ramlow - Bayer 1983, 53, Abb.6)

Diese Teilbewegungen erfolgen zeitlich nacheinander, aber ohne deutliche Abgrenzung voneinander. D.h., diese Teilbewegungen sind erkennbare Einzelelemente der

Gesamtbewegung, welche durch fließende Übergänge miteinander verbunden sind. Ihre Darstellung erfolgt hier nur generalisiert und vereinfacht. Zu beachten ist, daß die Teilbewegungen nicht nur additiv, sondern auch kompensatorisch aufeinander wirken und somit ein komplizierteres Bedingungsgefüge, bilden als es die Innenhebelbewegung erkennen läßt. Dies äußert sich in einer höheren Variabilität der Teilkörperbewegungen gegenüber der Innenhebelbewegung (Romanautzky 1987, 70).

Vor der weiteren Darstellung der Bewegungsgeschwindigkeit soll hier kurz auf das komplizierte Kräftespiel der Ruderbewegung verwiesen werden, um die schwer zu erfassende Entstehung und Wirkung kinematischer und dynamischer Größen zu verdeutlichen:

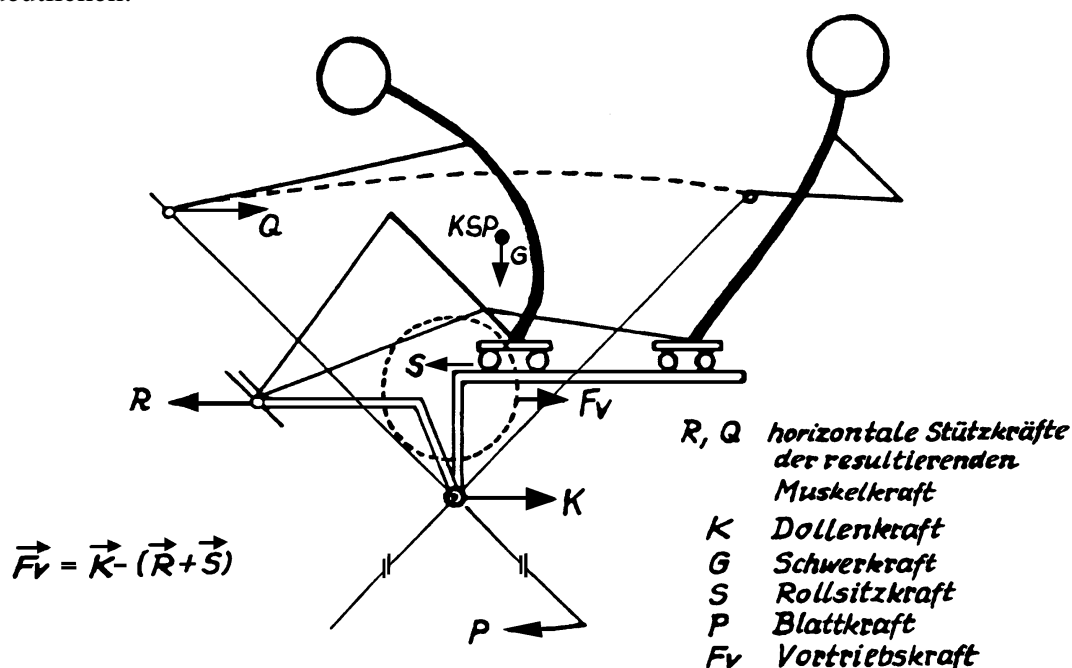


Abb.22: Kräftespiel innerhalb der schematisierten Ruderbewegung (Durchzug - Buchmann 1978, 73, Abb.11))

Bei diesem Kräftespiel stehen sich unterschiedlich gerichtete Kräfte gegenüber, deren erfolgreiche Bewältigung sich in einer möglichst positiven Differenz- oder Bootskraft ausdrückt. Den vom Sportler aktiv zu erzeugenden Antriebskräften stehen Verschiebekräfte (zur Massenverschiebung im Boot), Widerstands- und Trägheitskräfte gegenüber (Buchmann 1978, 115).

Der aufgezeigte Geschwindigkeitsverlauf am Innenhebel (Abb.19) differiert bei den unterschiedlichen Anforderungen in Training und Wettkampf und in deren Verlauf. Auf die geschlechtsbedingten Unterschiede auf Grund konstitutioneller, anthropometrischer und konditioneller Ursachen soll hier nicht weiter eingegangen werden (vgl. Heller 1977, 87). Als eine vordergründige Ursache wird auf das geringere Armkraftvermögen der Frauen verwiesen (a.a.O., 90). Auch unterschiedliche spezifische oder semispezifische Trainingsgeräte können unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe bewirken. So wies Hiller Unterschiede zwischen dem Meßboot (Freiwasser) und dem Ruderbecken aus (1982, 63). Auch Ruderergometer können gegenüber dem Freiwasser und untereinander ebenfalls einen veränderten Geschwindigkeitsverlauf aufweisen.

Weiterhin weisen unterschiedliche Bootsklassen Unterschiede im Geschwindigkeitsverlauf des Innenhebels auf. Diese Unterschiede der Bootsklassen werden bei ver-

schiedenen Bewegungsaufgaben sichtbar (GA1 - Grundlagenausdauertraining, WSA - wettkampfspezifische Ausdauer, S - Schnelligkeitsausdauer).

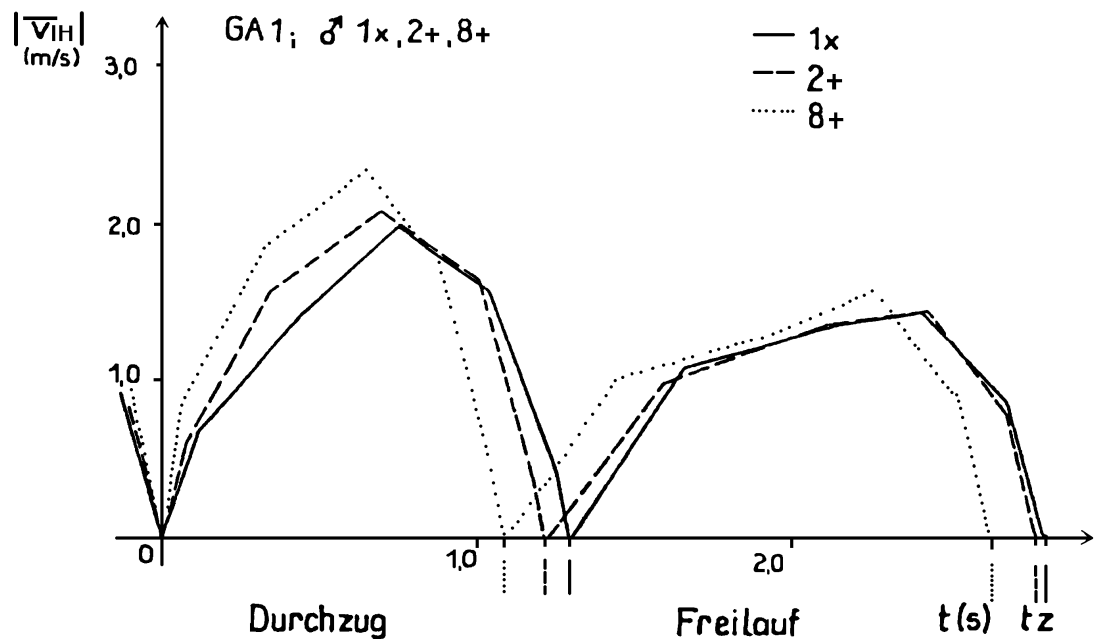


Abb.23: Unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe des Innenhebels verschiedener Bootsklassen im GA1-Bereich (Schwanitz 1987, 144, Abb.29)

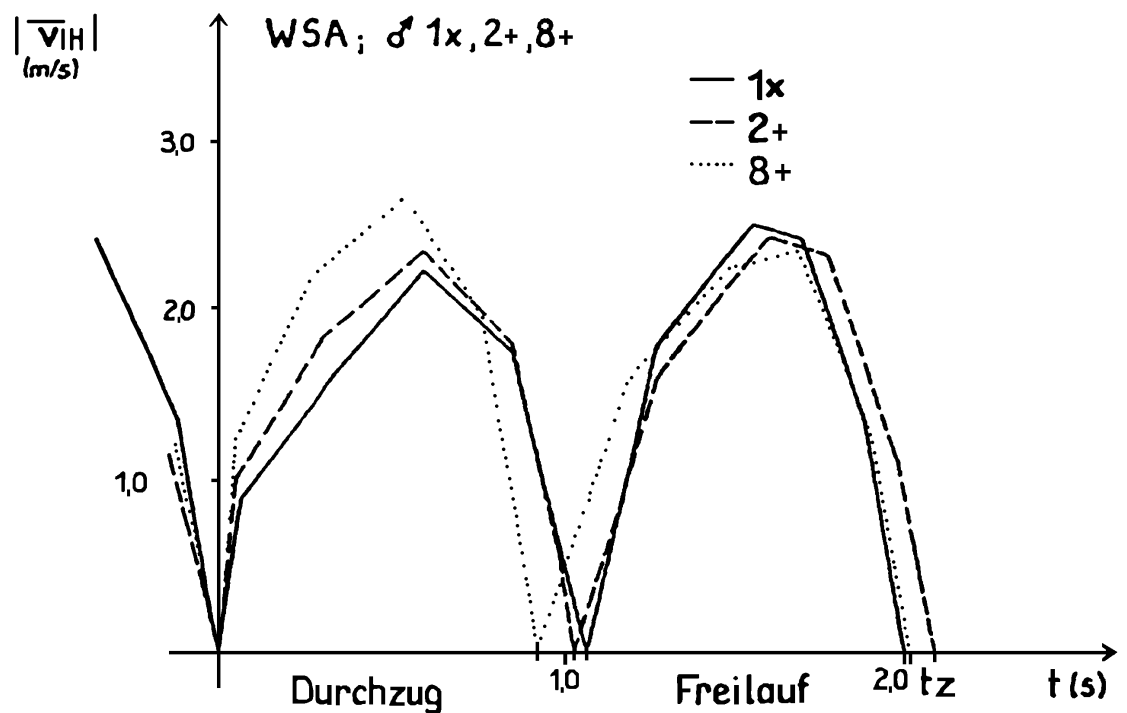


Abb.24: Unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe des Innenhebels verschiedener Bootsklassen im WSA-Bereich (Schwanitz 1987, 144, Abb.30)

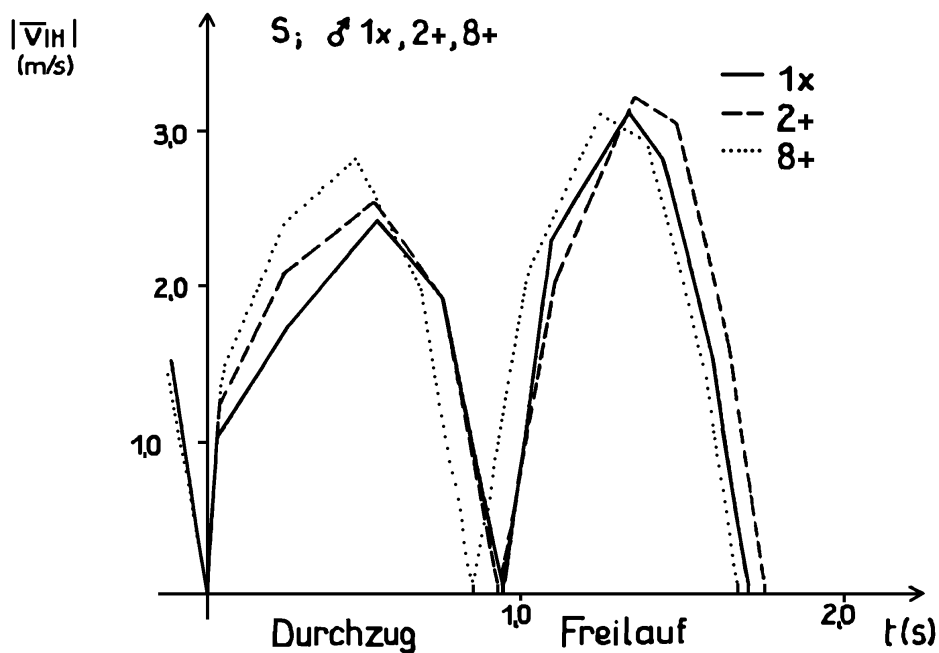


Abb.25: Unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe des Innenhebels verschiedener Bootsklassen im S-Bereich (Schwanitz 1987, 145, Abb.31)

Innerhalb des Durchzuges zeigt sich im Vergleich der Bootsklassen, daß mit der Größe der Bootsklasse auch die Beschleunigung im Vorderzug zunimmt, wie auch die Innenhebelgeschwindigkeit und die Bootsgeschwindigkeit (vgl. Schwanitz 1987, 145). Von besonderem Interesse sind die Unterschiede bei den verschiedenen Anforderungen in Wettkampf und Training! Hier zeigen sich gravierende Veränderungen des Innenhebelgeschwindigkeitsverlaufes in Abhängigkeit von der gestellten Aufgabe (Grundlagenausdauerschlag - GA, wettkampfspezifische Ausdauer - WSA, Schnelligkeitsausdauer - S). Diese Veränderungen zeigen sich innerhalb der verschiedenen Bootsklassen in gleicher Art und Weise.

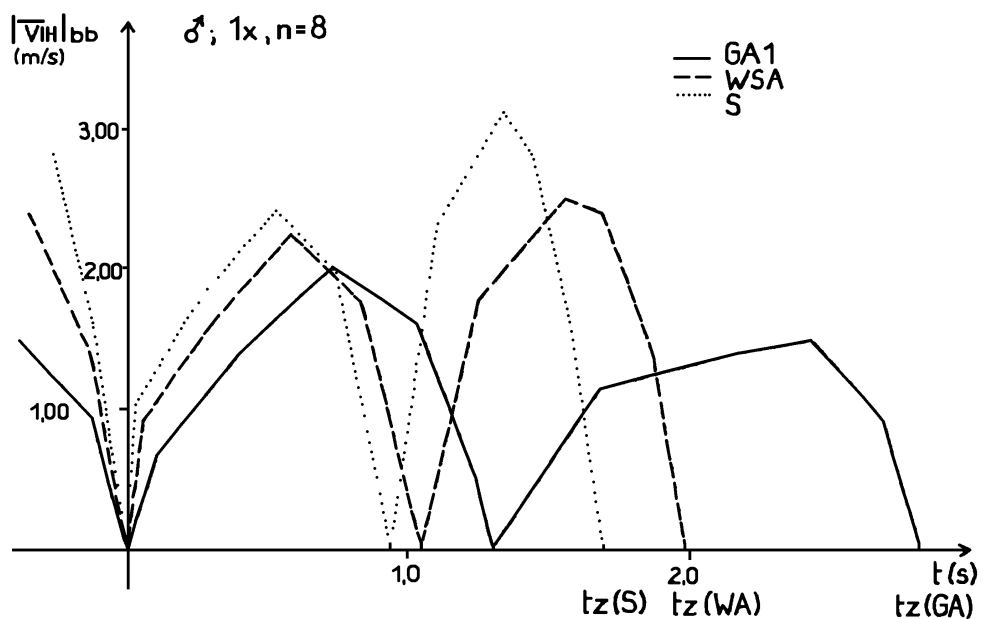


Abb.26: Abhängigkeit der Innenhebelgeschwindigkeit von der gestellten Bewegungsaufgabe im D1 (Schwanitz 1987, 146, Abb.32)

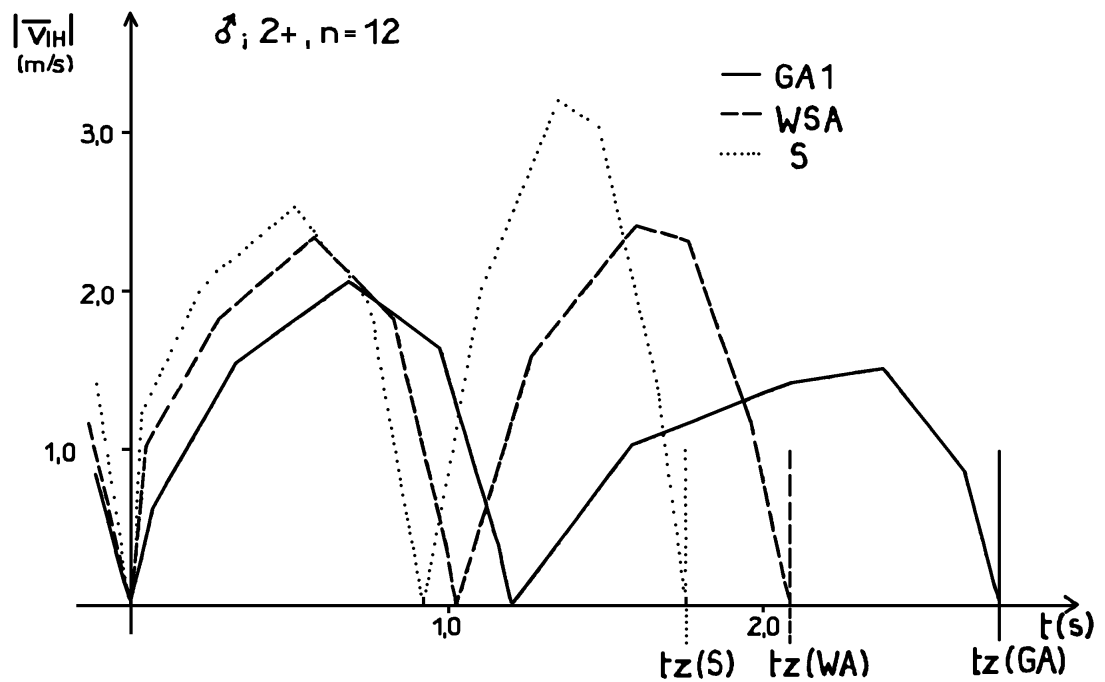


Abb.27: Abhängigkeit der Innenhebelgeschwindigkeit von der gestellten Bewegungsaufgabe im R2m (Schwanitz 1987, 146, Abb.33)

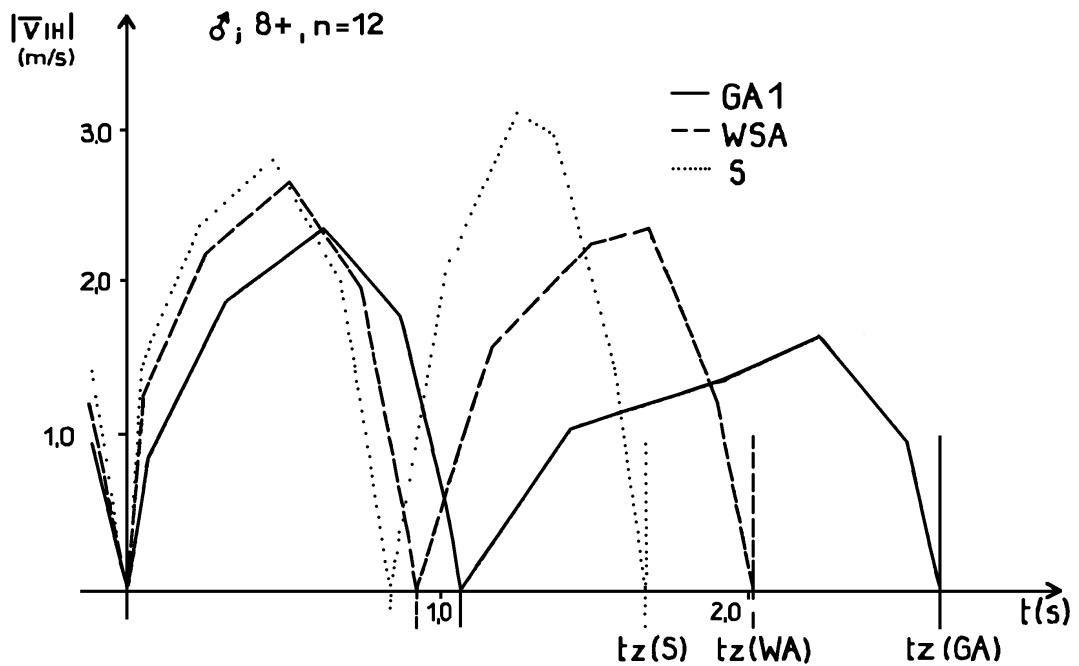


Abb.28: Abhängigkeit der Innenhebelgeschwindigkeit von der gestellten Bewegungsaufgabe im R8m (Schwanitz 1987, 147, Abb.34)

Beachtet man die Tatsache, daß die Innenhebelgeschwindigkeit Ergebnis von unterschiedlichen Teilkörperbewegungen ist (vgl. Buchmann 1978, 133), erhebt sich die Frage, wie sich die Bewegungsgeschwindigkeiten der Teilkörperbewegungen Bein-
streckung - Hüftöffnung/Rückenstreckung - Armzug zueinander verhalten. Auch hier
erscheint die Relativgeschwindigkeit des Sportlers zum Boot die angemessene Be-
trachtungsebene. Romanautzky (1987) beleuchtete dieses Problem an Hand von Meß-
bootuntersuchungen mit 12 Spitzenrunderinnen des DRSV der DDR im D1. Er aktuali-

sierte und konkretisierte damit Ergebnisse von Buchmann (1978, 132) zum selben Gegenstand für unterschiedliche Belastungsbereiche (GA1, GA2, WSA).

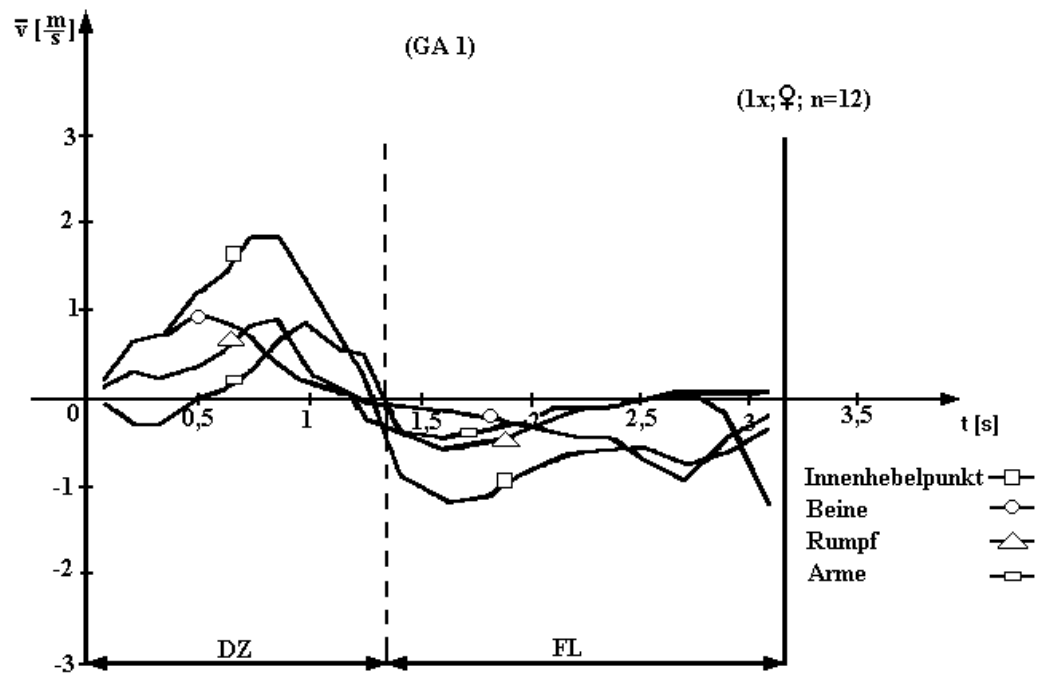


Abb.29: Mittlere Geschwindigkeit des Innenhebelpunktes und die mittleren Relativgeschwindigkeiten der Teilkörperbewegungen im GA1-Training des D1-Frauen (Romanautzky 1987, Anlage 21)

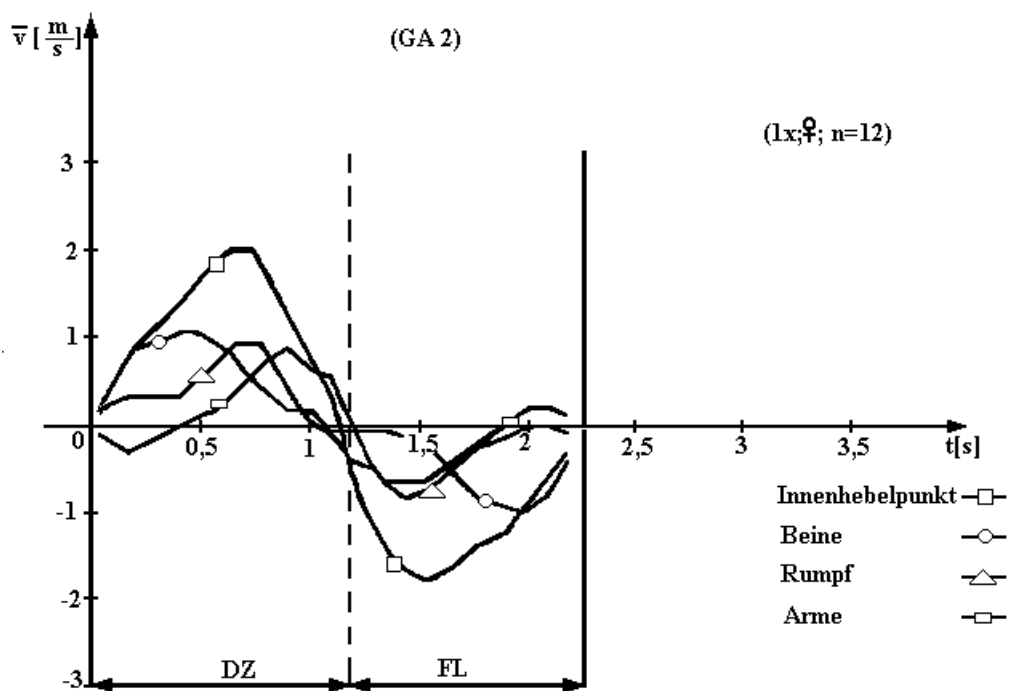


Abb.30: Mittlere Geschwindigkeit des Innenhebelpunktes und die mittleren Relativgeschwindigkeiten der Teilkörperbewegungen im GA2-Training des D1-Frauen (Romanautzky 1987, Anlage 22)

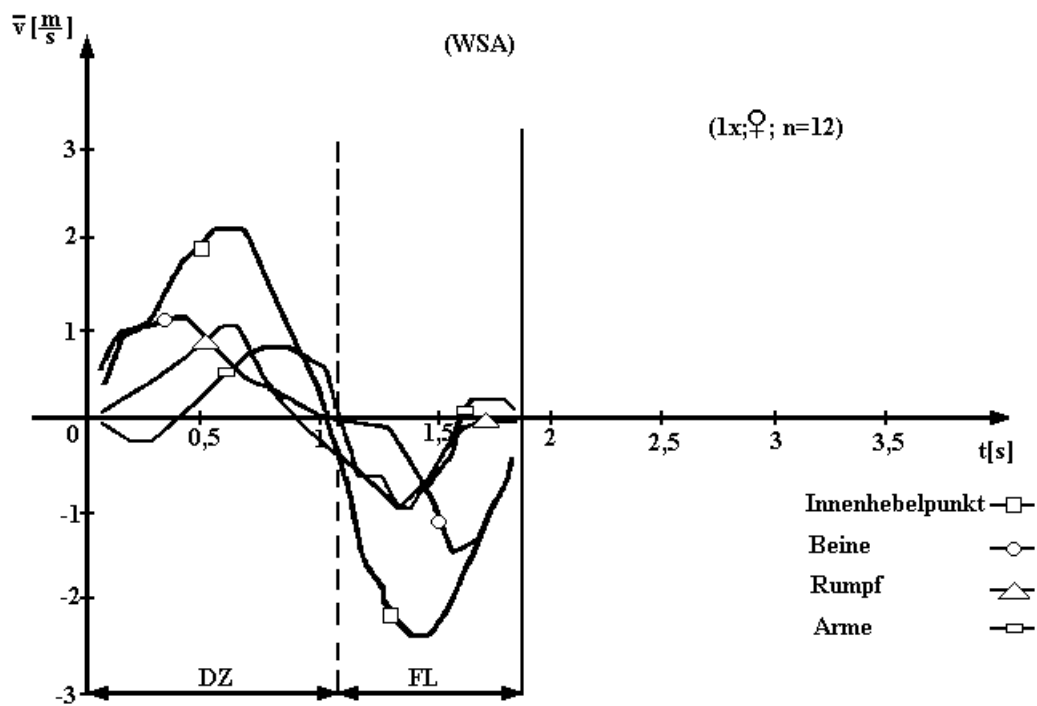


Abb.31: Mittlere Geschwindigkeit des Innenhebelpunktes und die mittleren Relativgeschwindigkeiten der Teilkörperbewegungen im WSA-Training des D1-Frauen (Romanautzky 1987, Anlage 23)

Auch bei Objektivierung der Innenhebel- und Teilkörpergeschwindigkeiten am Ergometer zeigen sich prinzipiell ähnliche Geschwindigkeitsverhältnisse zwischen den Innenhebel- und Teilkörperbewegungen:

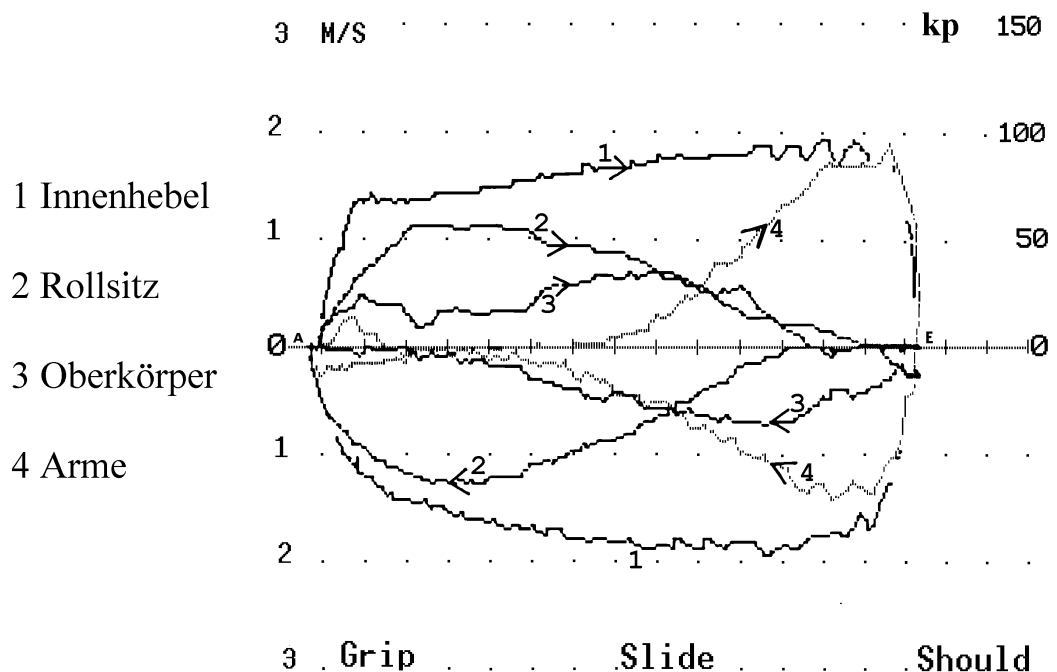


Abb.32: Geschwindigkeitsrelationen der Innenhebel- und Teilkörperbewegungen am Ruderergometer (Christov/Christov 1989, 57, Abb.2)

Diese Geschwindigkeitsverläufe machen deutlich, daß unterschiedliche Realisierungsbedingungen der Ruderbewegung (unterschiedliche Bootsklassen und Ergometer

sowie Belastungsanforderungen) sowohl den Betrag als auch den Geschwindigkeitsverlauf selbst ändern, aber die generelle Charakteristik unverändert bleibt. Diese besteht in der deutlichen Abfolge der Teilkörperbewegungen und deren gleichzeitiger räumlicher und zeitlicher Überlagerung, was zu einer additiven Wirkung bei der Entstehung der Innenhebelgeschwindigkeit führt (s.o.).

Als Besonderheit fällt die relativ isolierte Absicherung hoher Geschwindigkeiten durch die Armzugmuskulatur auf (Abb.31 und 32). Die extreme Ausprägung dieser Erscheinung in Abbildung 32 muß als ergometerspezifisch angesehen werden und ist so quantifiziert nicht direkt auf das Boot übertragbar. Es bleibt der Fakt, daß der Endzug eine Auffälligkeit darstellt (Buchmann 1978, 134), wo die Armzugmuskulatur relativ isoliert gegen den Abfall der erreichten hohen Innenhebelgeschwindigkeit eingesetzt werden muß, während die Bein- und Rumpfbeugung stärker gekoppelt sind, also stärker simultan ablaufen. Hier ist auch die Feststellung von Schwanitz einzuordnen, wonach im Endzug die Innenhebelgeschwindigkeit eine vordergründige Bedeutung gegenüber der Innenhebelkraft erlangt (1987, 151). D.h., die erreichte hohe Geschwindigkeit des Innenhebels muß mittels der Armzugmuskulatur soweit wie möglich aufrecht erhalten bzw. der Abfall verzögert werden, wozu vergleichbar geringe Möglichkeiten der Kraftentfaltung gegenüber dem Vorder- und Mittelzug bestehen. Des weiteren ist darauf hinzuweisen, daß im Endzug der dynamische Charakter der Durchzugsbewegung seinen Höhepunkt erreicht (Geschwindigkeitsmaximum des Innenhebels) sowie der Kraftschluß mit dem Wasser unterbrochen wird und so in dieser Phase ballistische Bewegungscharakteristika vorliegen. Diese Besonderheit des Endzuges kommt bei Kutzke (1986) in seinem Paradigma von ballistischen und geführten Bewegungen nicht zum Ausdruck, da dort auch diese Bewegungsphase als eine geführte Bewegung eingestuft ist (68, Abb.5.4.-1).

Wesentliche trainingsmethodische Ableitungen sind auch durch die Zusammenführung der kinematischen (Geschwindigkeit) und dynamischen (Kraft) Kennlinien zu erwarten. Dies zeigt sich bei Christov/Christov (1989), indem sie für das Ruderergometer den Geschwindigkeitsverläufen der Innenhebel- und Teilkörperbewegungen (vgl. Abb.32) den Kraftverlauf am Innenhebel gegenüberstellen.

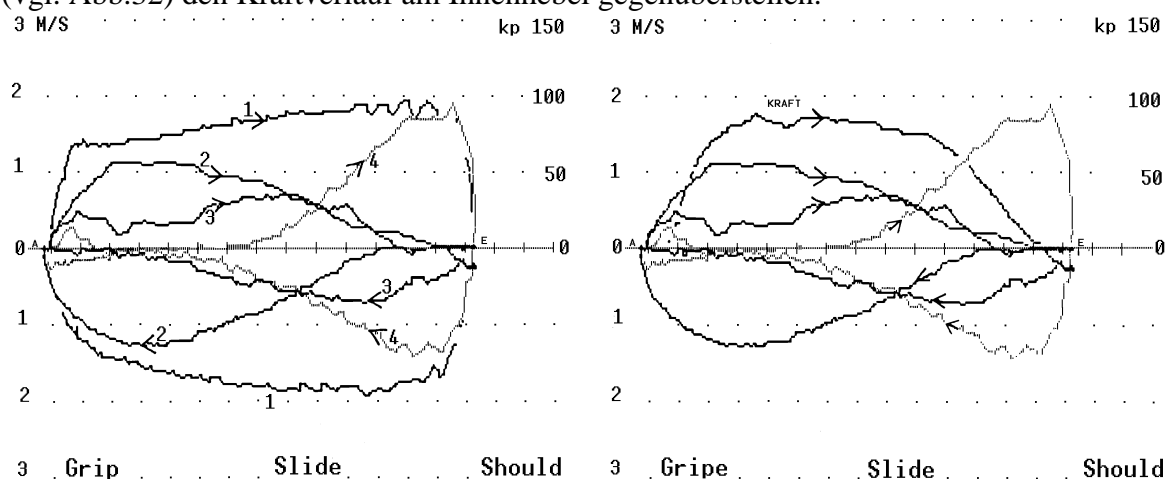


Abb.33: Gemeinsame Darstellung von kinematischen (Geschwindigkeit) und dynamischen (Kraft) Verläufen der Innenhebel- und Teilkörperbewegungen am Ruderergometer (Christov/Christov 1989, 57, Abb.2 u.3)

Dabei werden weitere Auffälligkeiten sichtbar. Im Vordergrund besteht eine solche darin, daß der Innenhebel nach der Bewegungsumkehr extrem beschleunigt werden muß, um dann bei einer recht hohen Geschwindigkeit (ca. 1,35 m/s) Kraft daran abge-

ben zu können. Dies zeigt sich in einer anfänglich hohen Geschwindigkeitsentwicklung des Innenhebels, an der alle Teilkörperbewegungen beteiligt sind, ohne daß hier nennenswerte Kräfte angebracht werden können. In der Phase des Kraftanstieges lassen sich zwei charakteristische Phasen mit unterschiedlichem Kraftanstiegsverhalten differenzieren. Diese beiden unterschiedlichen Kraftanstiegsflanken bis zum Erreichen des Maximums zeigen sich auch deutlich bei Kraftparametern an der Dolle des Meßbootes.

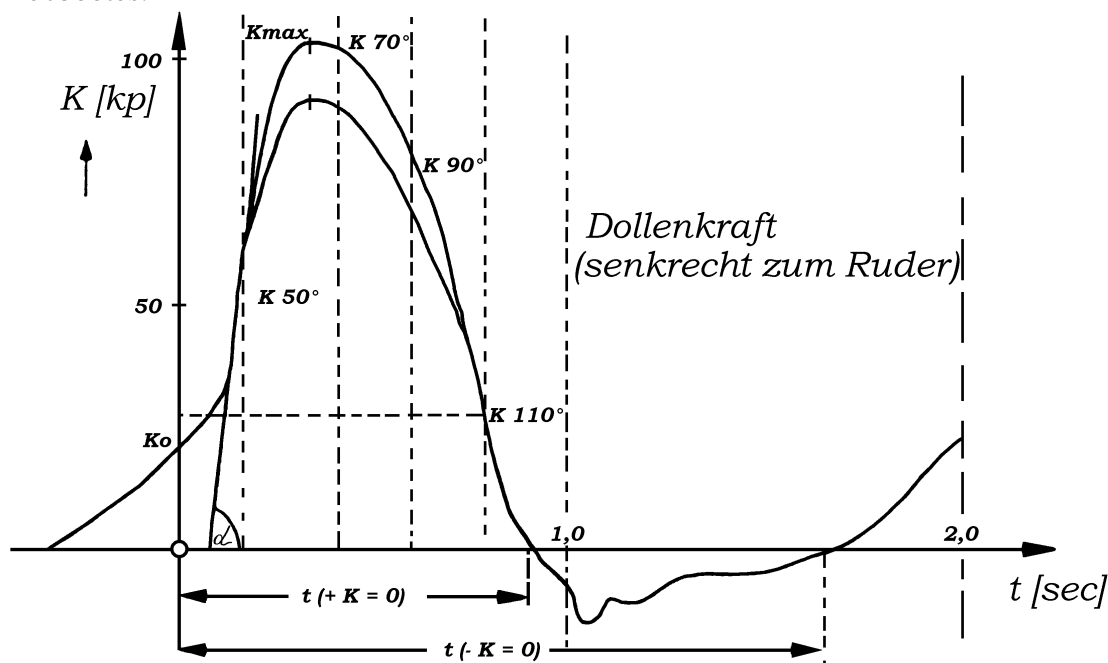


Abb.34: Unterschiedliche Kraftanstiegsphasen der Dollenkraft im Meßboot
(Buchmann 1978, 86, Abb.18)

Für den Beginn der Kraftabgabe im Durchzug, der im Anschluß an die vordere Bewegungsumkehr mit einer Armbeugung eingeleitet wird, welche unter dem Einfluß der einsetzenden Bein-, Hüft- und Oberkörperstreckung wenigstens z.T. wieder aufgehoben (Streckung der Arme) wird (Romanautzky 1987, 50), sind demnach zwei voneinander zu unterscheidende Kraftanstiegsphasen charakteristisch. Dies ist zunächst eine Phase des maximalen Kraftanstieges (ca. 0,1 s) und daran anschließend eine Phase des weiteren, aber geringeren Kraftanstieges (ca. 0,15 s) bis zum Erreichen des Kraftmaximums (vgl. Abb.34).

Im weiteren Verlauf des Vorder- und des Mittelzuges zeigt sich dann eine starke Übereinstimmung, aber keine Parallelität, zwischen Geschwindigkeits- und Kraftverlauf. An dieser Stelle wirkt sich der isokinetische Charakter der Muskelkontraktion beim Überwinden von Widerständen im Medium Wasser (vgl. Kap. 4.1.3.) besonders aus, was sich in der Ausprägung von Kraft- und Geschwindigkeitsplateaus äußert. Die relative Übereinstimmung von Kraft und Geschwindigkeit geht im Verlauf des Mittelzuges zurück und mündet im Endzug in eine gegenläufige Dynamik. Während die Innenhebelgeschwindigkeit weiter steigt bzw. einen hohen Wert beibehält, sinken die Kräfte schnell bis auf Null ab. Eben diese Erscheinungen werden ebenfalls von Nolte/Klauck/Mader (1982) bei ihrem Vergleich von Gjessing-Ergometer und fahrendem Boot beschrieben und an Hand entsprechender Darstellungen belegt (712-714; 712, Abb.3), wobei ebenfalls kinematische und dynamische Erscheinungen ballistischer (schneller) Bewegungen (vgl. Abb.4 und 5 in Kap. 4.1.1. der vorliegenden Arbeit) sichtbar werden. Während der größte Teil des Vorderzuges und der Mittelzug als eine

vorrangig geführte Bewegung eingestuft werden können, ist der Beginn des Vorderzuges und vor allem der Endzug durch kinematische und dynamische Kennzeichen ballistischer Bewegungen geprägt. Obwohl die Unterscheidung in geführte (langsame) und ballistische Bewegungen eine grobe und stark schematisierte Unterscheidung extrem unterschiedlicher Bewegungscharakteristika, verbunden mit der Vernachlässigung der weit häufigeren fließenden Übergänge, darstellt und inhaltlich besonders nach handlungsregulativen Besonderheiten unterschieden wird (Hacker 1986, 369-370), soll sie hier auf die Ruderbewegung angewendet werden, um die Unterschiedlichkeit verschiedener Phasen des Durchzuges zu verdeutlichen. Zum Verständnis dieser Betrachtungsweise ist hier nochmals auf den konditionellen Ausgangspunkt zu verweisen, der bei der Charakterisierung von Bewegungen unter motorischer Sicht oft vernachlässigt wird.

Die weitere Unterteilung der Durchzugsphase ist nicht willkürlich, sondern nur soweit begründbar, wie funktionell eigenständige Bewegungsphasen nachweisbar sind.

Die sich im Endzug zeigenden Bewegungscharakteristika machen den Armzug unter mehreren Gesichtspunkten in Bezug auf die Bewegungsgeschwindigkeit zu einer auffälligen und besonderen Teilkörperbewegung im Ruderdurchzug. Hinzu kommt die Aktivität über den Gesamtdurchzug von der Armbeugung beim Wasserfassen nach der vorderen Bewegungsumkehr über die Armstreckung unter dem Einfluß der hohen Bein- und Rumpfkkräfte im Vorder- bis Mittelzug bis zur Armbeugung im Mittel- und Endzug. Somit findet bei der Armbewegung im Ruderzyklus eine viermalige Bewegungsumkehr statt (Romanautzky 1987, 60).

Die Ansätze zur Untersuchung der Bewegungsgeschwindigkeit erscheinen bei der Armzugbewegung als besonders günstig, da sie im Endzug relativ hohe Bewegungsgeschwindigkeiten zeitweise separat von anderen Teilbewegungen erbringt. Stärker als komplexe oder andere Bewegungen empfiehlt sich ihre Untersuchung zur Erlangung von Aussagen über die Rolle der Bewegungsgeschwindigkeit im Ruderdurchzug. Dabei sind jedoch zwei Ableitungsebenen zu berücksichtigen. Zum einen ist die Armzugmuskulatur die schwächste funktionelle Muskelgruppe und kann demzufolge nur den geringsten Geschwindigkeitszuwachs für die Innenhebelgeschwindigkeit erbringen. Andererseits vollzieht sich der Armzug als Ergebnis des Vorder- und Mittelzuges bei einer sehr hohen Innenhebelgeschwindigkeit, d.h., der Krafteinsatz muß auf einen bereits hoch beschleunigten Ansatzpunkt erfolgen. Beide Ableitungsebenen müssen zunächst ins Kalkül gezogen werden und rücken die Bewegungsgeschwindigkeit in den Vordergrund des Interesses.

Wie in den Darlegungen der allgemeinen funktionellen Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit zur Bewegungskraft und -dauer bzw. Wiederholungszahl deutlich wurde, ist die eingehende Betrachtung der Bewegungsgeschwindigkeit nur sinnvoll, wenn dabei gleichzeitig ihre Beeinflussung durch die Bewegungskraft und die -dauer beachtet wird. Hinzu kommt der Einfluß der Bewegungsfrequenz und der Bewegungsgüte. All diese Größen haben Einfluß auf die Bewegungsgeschwindigkeit bzw. stehen mit ihr in Wechselwirkung. Aus diesem Grunde ist das Problem der Bewegungsgeschwindigkeit auch auf noch so niedriger Ebene immer ein Komplexproblem, zu dessen Bewältigung eine Reihe von Voraussetzungen zu beachten sind. Das Nichterkennen oder Nichtbeachten dieser Komplexität bringt die in der Problemstellung bereits angesprochenen Fehler mit sich. Auch beim Überschauen der Problemkomplexität sind Untersuchungsaufwand und Ergebnisrisiko hoch. Wie bei der Darstellung der allgemeinen Beziehungen bietet die Verwendung einer integrierenden Komplexgröße einen Bezugs- und Lösungsansatz. Im vorliegenden Fall wäre dies die Bewegungsleistung als integrierende Größe von Bewegungsgeschwindigkeit und -

kraft. Diese Konsequenz findet Schwanitz, indem er diese Lösung für das Rudern vorschlägt und als zentrale leistungsdiagnostische Größe einführt und zur Anwendung bringt.

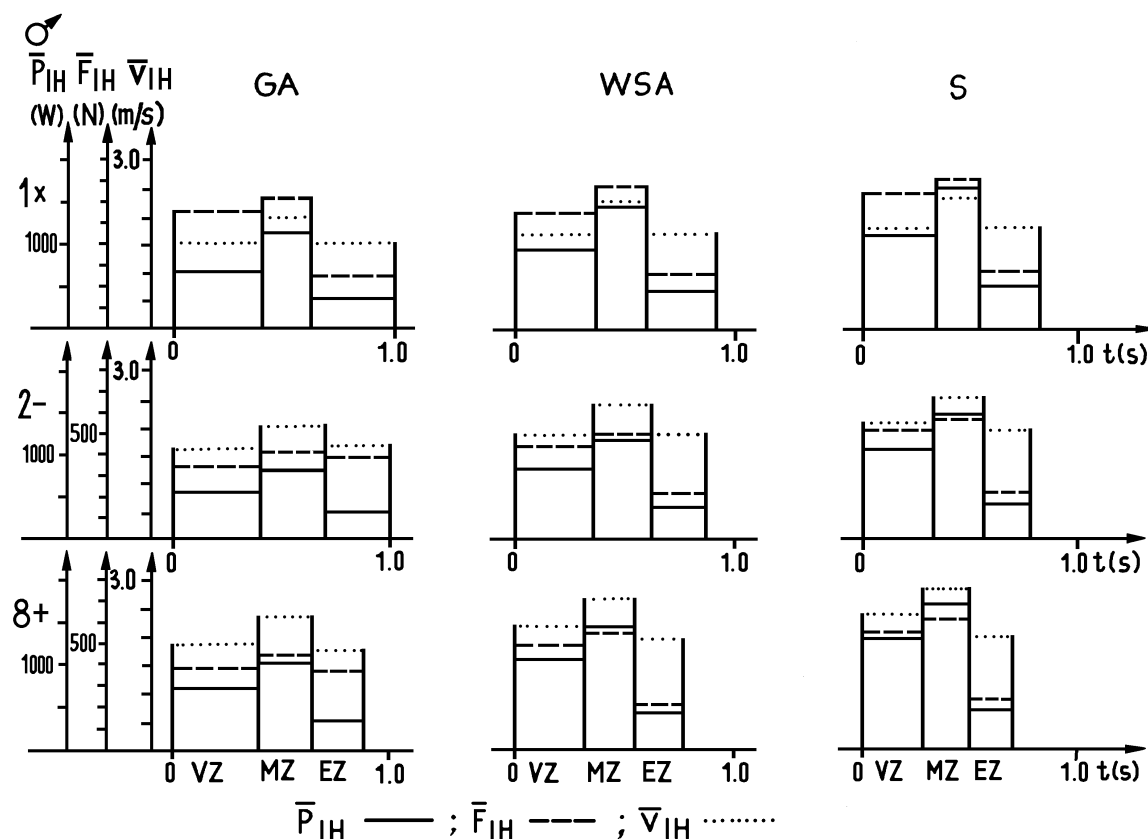


Abb.35: Schematisierter (Mittelwerte) Verlauf der Innenhebelgeschwindigkeit, der Innenhebelkraft und der Innenhebelleistung im Verlauf des Durchzuges bei unterschiedlichen Bootsklassen und Bewegungsanforderungen (Schwanitz 1987, 151, Abb.37)

Dabei wird deutlich, daß im Endzug bei allen Bootsklassen und Bewegungsanforderungen im Unterschied zum Vorder- und Mittelzug die Innenhebelgeschwindigkeit am Zustandekommen der Innenhebelleistung einen höheren Anteil hat als die Bewegungskraft (Schwanitz a.a.O., 151).

Wiederum erweist sich der Endzug bzw. der Einsatz der Armzugmuskulatur unter dem Gesichtspunkt der Bewegungsgeschwindigkeit als besonders relevant.

Die unterschiedlichen Dimensionen von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft im Verhältnis zur Bewegungsleistung erinnern an den allgemein dargestellten Fakt von Optimalausprägungen der Bewegungsleistung bei bestimmten Verhältnissen von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft (vgl. Kap. 4.1.4 der vorliegenden Arbeit). Kühnhardt fand bei der Analyse von Ergebnissen zur Untersuchung der Kraftabgabe am Innenhebel eines Trockenrudergerätes Indizien für ähnliche Optimalverhältnisse von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft gemessen an der Innenhebelleistung (1986, 9). Damit ergibt sich ein weiteres Problem für die optimale Nutzung der begrenzt vorhandenen Variationsmöglichkeiten der mechanischen und konditionellen Realisierungsmöglichkeiten durch den Sportler bzw. deren Ausrichtung auf die Voraussetzungen des Sportlers.

4.3. Zur Schnellkraft-, Schnelligkeitsausdauer-, Kraftausdauer- sowie zur Schnellkraftausdauerfähigkeit - Grundmodell der Basisleistungsfähigkeiten

Die hier zu behandelnden Fähigkeiten machen im wesentlichen den Inhalt der konditionellen Fähigkeiten insgesamt aus, da die Komplexität der konditionellen Anforderungen in den Mittelzeitausdauerdisziplinen eine derartig breite Sicht erfordert. Auch der Fähigkeitsbegriff in Bezug auf die Kondition lehnt sich an den Fähigkeitsbegriff der Psychologie an, so daß auch unter konditionellen Fähigkeiten habituelle und relativ generalisierte Leistungsvoraussetzungen für ein abgegrenztes Tätigkeitsspektrum zu verstehen sind (vgl. Rubinstein 1962, 786ff.).

In Übereinstimmung mit Gundlach wird unter den konditionellen Fähigkeiten die Kraft-, Schnelligkeit- und Ausdauerfähigkeit bzw. die komplexen Fähigkeiten, welche sich aus der Kombination von Kraft-, Schnelligkeits- und Ausdauerfähigkeit ergeben (SK, KA, SA), verstanden (1968, 199). Diese Spezifizierung setzt nicht außer Kraft, daß sich der Fähigkeitsbegriff der Kondition auf ein bewußt handelndes Subjekt in seiner biopsychosozialen Einheit bezieht. Daß die konditionellen Fähigkeiten nur dominant und nicht ausschließlich energetisch determiniert sind, wird an dem bereits Dargelegten und den weiteren Ausführungen deutlich. Die heterogene Zusammensetzung der Fähigkeitsstruktur gilt auch für die relativ elementaren Fähigkeiten (Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer) und erst recht für die komplexen Fähigkeiten. Von den konditionellen Fähigkeiten werden hier die koordinativen Fähigkeiten und die Beweglichkeit entgegen Auffassungen anderer Autoren (z.B. Grosser 1988) unterschieden, da diese anders determiniert sind. Diese inhaltliche Begrenzung widerspricht der semantischen Breite des Begriffes Kondition, so daß dieser Begriff in diesem Zusammenhang nicht „glücklich“ gewählt scheint und seine Verwendung vor allem als historisch gewachsen verständlich wird.

Die bei den Schnelligkeitsfähigkeiten z.T. fehlende Dominanz der energetischen Prozesse wurde bei der angeführten Fähigkeitsdifferenzierung berücksichtigt und wird noch zu diskutieren sein.

Vor der Darstellung der Beziehungen von konditionellen Basisleistungsfähigkeiten und einer differenzierten Kennzeichnung der betreffenden konditionellen Komplexfähigkeiten durch unterschiedliche wissenschaftsdisziplinspezifische Aspekte soll eine allgemeindefinitorische Kennzeichnung vorgenommen werden. Zunächst betrifft dies entsprechend der Thematik dieser Arbeit die allgemeine und zugleich relativ elementare Schnelligkeitsfähigkeit. Eine inhaltlich valide Beschreibung ist z.T. eng mit der Nennung von Anforderungs- und Testbedingungen verbunden, in deren Ergebnis die elementare Fähigkeit erfaßbar ist. Dabei stehen die Anforderungs- und Testbedingungen zur Sicherung der validen Fähigkeitserfassung im Vordergrund, nicht die physikalische Maßeinheit. So wird beim Bewältigen submaximaler Bewegungswiderstände die Kraftfähigkeit durch die Dauer des Aufrechterhaltens dieser Kräfte oder die Geschwindigkeit, mit welcher die betreffende Bewegung realisiert werden kann, gültig bestimmt. Dagegen sind die reliabel erfaßten mittleren Antriebskräfte oder die mittlere Geschwindigkeit eines 10 000m-Laufes weder Ausdruck der Kraft- noch der Schnelligkeitsfähigkeit, sondern der Ausdauerfähigkeit. Die valide Beschreibung und Erfassung der Fähigkeiten wird also nicht mit der reliablen Bestimmung der entsprechenden physikalischen Meßgrößen gesichert, sondern durch die Authentizität der Anforderungs- und Testbedingungen (vgl. Lienert 1969, 12)!

Die Schnelligkeitsfähigkeit ist bereits als allgemeine Fähigkeit schwer zu definieren. Sofern ihrer Beschreibung und Erläuterung eine Definition vorangeht, wird damit

meist die Fähigkeit belegt, gegebene motorische Aktionen in einer geringstmöglichen Zeit zu realisieren (z.B. Berger/Harre/Bauersfeld 1986, 173; Frey 1977, 349; Zaciorskij 1971, 50). Die Wahl der Zeitdauer als Ausdruck der Schnelligkeitsfähigkeit schließt jedoch nicht zwingend ein, daß in diesem Zeitintervall, insbesondere wenn dieses sehr kurz ist, überhaupt die maximale Bewegungsgeschwindigkeit erreicht werden kann und beinhaltet auch das Extrem, daß die gemessene Zeit vordergründig durch die Reaktionszeit bzw. Reaktionsschnelligkeit bestimmt wird. Allgemeine Definitionen der Schnelligkeit sollten deshalb beide Aspekte umfassen. Dies trifft für die Definition von H. Letzelter, wonach es sich bei der Schnelligkeit um die konditionelle Fähigkeit handelt, auf ein Signal hin in kurzer Zeit zu reagieren und/oder Bewegungen mit hoher Geschwindigkeit auszuführen (1983, 244), zu. Diesen Aspekt berücksichtigen auch Harre/Hauptmann (1987, 198), Roth (1983, 65) und Saziorski (1982, 154) in ihren Definitionen. Eine derartige Sicht ist auch bei der Anwendung des Begriffes Handlungsschnelligkeit zu unterstreichen (Kühn 1987, 19).

Eine Unterscheidung in Reaktionsschnelligkeit und Aktionsschnelligkeit, wie sie von vielen Autoren vorgenommen wird, ist sinnvoll, da die Unterschiede wesentlich sind und diese beiden Fähigkeitsbereiche auch isoliert als Extremformen der Schnelligkeit in Erscheinung treten können. Die Reaktionsschnelligkeit wird durch die Reaktionszeit hinreichend erfaßt und basiert vorwiegend auf neurophysiologischen bzw. koordinativen Leistungskomponenten. Dagegen stellt die Aktionsschnelligkeit in sich bereits einen Fähigkeitskomplex dar, der durch die neurophysiologischen Leistungskomponenten allein nicht hinreichend erklärbar ist und deshalb, wenn auch nicht ohne Vorbehalt, den konditionellen Fähigkeiten zugeordnet werden kann, was für die Reaktionsschnelligkeit nicht zutrifft.

In der vorliegenden Arbeit bleibt die Reaktionsschnelligkeit auf Grund ihrer untergeordneten Bedeutung für den Bewegungsvollzug bei zyklischen Kraftausdaueranforderungen und der fehlenden konditionellen Determinierung weitgehend unberücksichtigt.

Schnelligkeitsdefinitionen, welche die Schnelligkeit als Eigenschaft des Zentralnervensystems (Werchoschanski 1988, 58; Karpovich/Sinning 1971, 28) beschreiben, sind zu eng. Auch die Darstellung der Schnelligkeit als eine Qualität der Koordination des Krafteinsatzes (z.B. Israel 1976, 121; Frey 1977, 349) trägt zwar vielen Gemeinsamkeiten von Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeit Rechnung, vernachlässigt aber die differenzierten Besonderheiten der energetischen Absicherung schneller Bewegungen, die sowohl physiologisch als auch im Substrat determiniert sind (vgl. Pahlke 1988, 350; Wittekopf/Marhold/Pieper 1981, 227; Jakowlew 1977, 122). Aus diesem Grund ist auch die Definition der Schnelligkeitsfähigkeit von Bauersfeld (1986a) nicht widerspruchsfrei. Unter der Schnelligkeitsfähigkeit versteht sie „eine elementare Leistungsvoraussetzung, um motorische Aktionen unter gegebenen Bedingungen in bestimmten Zeitprogrammen zu realisieren. Sie wird vorrangig durch neuromuskuläre Steuer- und Regelmechanismen beeinflusst, ihr Ausprägungsgrad spiegelt sich in bewegungsspezifischen Zeitprogrammen wider. In motorischen Aktionen tritt sie stets gemeinsam mit anderen Leistungsvoraussetzungen auf, ohne durch deren Ausprägungsgrad beeinflusst zu werden.“ (158). Auf Besonderheiten handlungsregulativer Aspekte wird nachfolgend noch einzugehen sein.

In der elementarsten Form äußert sich die Schnelligkeitsfähigkeit unter konditionellem Aspekt als maximale Kontraktionsgeschwindigkeit einer unbelasteten und ermüdungsfreien Einzelbewegung, bei welcher der Sportler den Beginn der betreffenden Bewegung bzw. Bewegungsphase in bestimmten Grenzen selbst bestimmen kann (Aktions-

schnelligkeit). Besonders auf die Untersuchungen von Heß (1984) geht die Differenzierung der lokomotorischen Schnelligkeitsfähigkeit in voneinander unabhängige Schnelligkeitskomponenten des Sprints zurück. Bei eingehender Betrachtung stellt sich heraus, daß jede dieser Schnelligkeitsfähigkeiten (z.B. Beschleunigungsfähigkeit und Maximalschnelligkeit) bereits komplexen Charakter trägt. Bei den zyklischen Schnelligkeitsfähigkeiten ist zu beachten, daß diese nicht einfach ein Vielfaches der azyklischen Schnelligkeitsfähigkeit sind, sondern weitere Faktoren hinzukommen. An die Aufhellung der Komplexität der lokomotorischen Schnelligkeitsfähigkeiten durch Tests, welche traditionell für azyklische Bewegungen angewandt werden, ist bisher anscheinend nicht gedacht (vgl. z.B. Heß 1985).

Die notwendige Qualität der Energiebereitstellung rechtfertigt ein Aufrechterhalten der Zuordnung der Schnelligkeit zu den konditionellen Fähigkeiten, auch wenn, insbesondere bei Zyklenfolgen, ein hoher koordinativer Leistungsanteil in Rechnung gestellt werden muß. Zum Beispiel auf den leichtathletischen 100m-Sprint bezogen ist die Phase der Maximalgeschwindigkeit der konzentrierteste Ausdruck der Schnelligkeitsfähigkeit. Bei dieser elementaren Schnelligkeitsfähigkeit sind auch die aufzubringenden Kräfte, die bei jeder Bewegung auftreten, minimal im Vergleich zu anderen Phasen (z.B. Start- und Beschleunigungsabschnitt).

Entsprechend der speziellen Anforderungen in den unterschiedlichen Sportarten werden andere, meist komplexere konditionelle Fähigkeiten unterschieden. Die wesentlichsten komplexen konditionellen Fähigkeiten sind die Schnellkraft-, die Schnelligkeitsausdauer-, die Kraftausdauer- und die Schnellkraftausdauerfähigkeit. Eine Differenzierung dieser Fähigkeiten nach der jeweils dominierenden Fähigkeit (z.B. in Schnellkraft und Kraftschnelligkeit oder in Kraftausdauer und Ausdauerkraft), wie dies einige Autoren vorschlagen (z.B. M. Letzelter 1978, 135; Frey 1977, 346f.; Gundlach 1968, 199), wird hier nicht übernommen, da damit an dieser Stelle kaum weitere Informationen verbunden sind und der Vielzahl der speziellen Aspekte ebenfalls nicht Rechnung getragen werden kann. Die Anwendung der Begriffe Schnellkraft, Schnelligkeitsausdauer, Kraftausdauer und Schnellkraftausdauer stellt eine inhaltliche Orientierung dar, die einer Differenzierung nach der Bewegungsform (z.B. Sprintkraft, Sprungkraft, Schlagkraft, Wurfkraft) vorzuziehen oder zumindest überzuordnen ist, da sie stärker auf das allgemeine Wesen der Fähigkeit verweist, was aus dem Erscheinungsbild durchaus nicht immer möglich ist (vgl. Kibele 1995, 9-10). Demnach handelt es sich bei den angegebenen Beispielen um eine zyklische und drei azyklische Erscheinungsformen der Schnellkraftfähigkeit mit unterschiedlicher Bewegungsstruktur. Der Begriff komplexe konditionelle Fähigkeit bezieht sich auf die relevante Determinierung durch zumindest zwei konditionelle Basisfähigkeiten. Diese Fähigkeiten sind die typische konditionelle Anforderung bei sportlichen Bewegungsaufgaben gegenüber den selteneren elementaren und extremen konditionellen Fähigkeiten Maximalkraft-, Schnelligkeits- und Grundlagenausdauerfähigkeit.

4.3.1. Die Schnellkraftfähigkeit im Korrelationsfeld von Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit

Bei der Schnellkraftfähigkeit handelt es sich verallgemeinert um eine komplexe konditionelle Fähigkeit zum schnellen Entfalten bedeutender Muskelkräfte und/oder der Realisierung relativ hoher Kontraktionsgeschwindigkeiten bei bedeutenden Bewegungswiderständen (vgl. Kibele 1995, 60ff.). Definitionen, welche die Schnellkraftfähigkeit auf Bewegungen (z.B. Letzelter/Letzelter 1990, 84) oder auf die Überwindung von Widerständen (z.B. Schröder/Harre/Bauersfeld 1986, 134; Bachl 1986, 400) einengen, entsprechen nicht den vielfältigen Äußerungsformen dieser Fähigkeit, die den Aspekt einer schnellen Kraftentfaltung (z.B. Allmann 1985, 288) und/oder das Erreichen hoher Geschwindigkeiten beim Bewältigen hoher Bewegungswiderstände (z.B. Ulmer 1982, 270) umfaßt. Mangelhaft sind auch Definitionen der Schnellkraftfähigkeit als einer Fähigkeit des Muskels (z.B. Jonath/Krempel 1989, 31; Schmidtbleicher 1987, 356; Roth 1983, 63) oder des Nerv-Muskel-Systems (z.B. Bachl 1986, 400; Frey 1977, 343), da sie zentralnervale Einflußfaktoren wie die Bewegungsfertigkeit (Harre/Hauptmann 1983, 207), die Motivation (Hollmann 1987, 407; Bührle 1985, 105; Müller 1985, 145; Harre/Hauptmann 1983) und die intermuskuläre Koordination (Hollmann 1987, 407; Harre/Hauptmann 1983, 207) vernachlässigen. Die Schnellkraftfähigkeit kann sich statisch und dynamisch, zyklisch und azyklisch sowie in unterschiedlichen Bewegungsstrukturen äußern. Zweifelhaft sind Aussagen, wenn mit dem Kraftfähigkeitsbegriff Fähigkeiten belegt werden, die in sich bereits einen größeren Fähigkeitskomplex darstellen. So verstehen Letzelter/Letzelter (1990) unter Sprintkraft die Fähigkeit, möglichst hoch und lange zu beschleunigen (96), gemessen an der Zeit für bestimmte kurze Laufstrecken (z.B. 30m - a.a.O., 101; H. Letzelter 1983, 171). Diese Daten lassen zwar signifikante Beziehungen zur Sprintleistung erwarten, sind aber nur z.T. von der Fähigkeit zur Kraftabgabe im Sprint bedingt. Mit der Feststellung, daß die Sprintkraft entweder durch die Schrittlänge und/oder die Schrittfrequenz verbessert werden könne (Letzelter/Letzelter 1990, 98), ist der Bezug zur Kraftfähigkeit abgerissen und eine biomechanisch-phänomenologische Sicht wird deutlich. Eine konkretisierende Differenzierung, z.B. von Schnellkraftfähigkeiten, über den zyklischen und azyklischen Charakter und die Relation von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft hinaus nach Sprint-, Sprung-, Wurfkraft usw., wie sie Gundlach (1987, 271) unterstützt und Letzelter/Letzelter (1990) sie an Hand der Schnellkraftfähigkeit vornehmen (95, Abb.33), ist nur dann sinnvoll, wenn mittel- oder unmittelbar auf die Kraftwerte Bezug genommen wird, welche die betreffende Fähigkeit tatsächlich repräsentieren. Dann sind auch bei speziellen Untersuchungen verallgemeinerungsfähige Erkenntnisse zu den Kraftfähigkeiten zu erwarten. Den vielfältigen Äußerungsformen entsprechend sind für diese Fähigkeit besonders im englischsprachigen Raum mehrere Begriffe anzutreffen wie Power, fast strength, elastic strength u.a. (vgl. Dick 1980, 176).

Die Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit stellen in ihrem Extrem Fähigkeitsausprägungen dar, die nicht miteinander korrelieren (Zaciorskij 1971, 9; Zaciorskij/Kulik/Smirnov 1979, 145-146). Im Unterschied zur Abhängigkeit von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft besteht auch keine negative Korrelation. Üblicherweise stehen im Rahmen der Beziehung von Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit die Beziehungen dieser Fähigkeiten zu einer Schnellkraftfähigkeit im Vordergrund des Interesses. Um Äußerungen der Schnellkraftfähigkeit handelt es sich bei all jenen Fällen, wo sowohl die Schnelligkeitsfähigkeit als auch die Maximalkraftfähigkeit eine

relevante Rolle für die Bewegung spielen. So handelt es sich sowohl beim Speerwurf als auch beim Gewichtheben um Schnellkraftleistungen mit unterschiedlicher Anteiligkeit von Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit. Auch das Bedingungsgefüge ist unterschiedlich. Während für das Speerwurfergebnis die Höhe der erteilten Endgeschwindigkeit des Speeres entscheidend ist, steht beim Gewichtheben die Höhe der Last im Vordergrund, welcher eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit verliehen werden kann. Neben diesen Differenzierungen sind weitere Erscheinungsformen der Schnellkraftfähigkeit möglich (vgl. Sust/Weiß 1987 28; Sust 1978, 767), die jedoch an dieser Stelle nicht von näherem Interesse sind. Für Schnellkraftdefinitionen ist zu beachten, daß entweder allgemeingültige Definitionen verwendet werden oder der konkrete Sachverhalt genannt wird. Eine generalisierte Reduzierung der Schnellkraftfähigkeit auf eine ihrer Erscheinungsformen, wie das aus einer speziellen Sicht heraus immer wieder geschieht, ist strikt zu vermeiden. Die konkreten Realisierungsbedingungen der Schnellkraftfähigkeitsanforderung bestimmen die Determinanz der betreffenden Schnellkraftfähigkeit durch die Schnelligkeits- oder Maximalkraftfähigkeit. Je höher der zu bewältigende Bewegungswiderstand, desto stärker ist die Schnellkraftfähigkeit durch die Maximalkraftfähigkeit und je höher die abgeforderte Bewegungsgeschwindigkeit, desto stärker ist die Schnellkraftfähigkeit durch die Schnelligkeitsfähigkeit determiniert. Neben dieser Dominanz ist eine eventuelle Ausschließlichkeit nur an den Extremen, also einer maximal kräftigen Muskelkontraktion mit geringer oder ohne Bewegungsgeschwindigkeit oder einer unbelasteten maximalschnellen Bewegung zu erwarten. Zwischen Schnellkraft- und Schnelligkeits- sowie zwischen Schnellkraft- und Maximalkraftfähigkeit besteht allgemein eine sehr weitgehende positive Korrelation, welche sich erst bei den Extremen einer der Fähigkeiten verliert, aber nicht in eine erkennbare alternative Entwicklung übergeht. Damit ist festzustellen, daß zwischen der funktionellen Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft (vgl. 4.1.1.) und der korrelativen Beziehung von Schnelligkeit und Maximalkraftfähigkeit keine Übereinstimmung, sondern Gegensätzlichkeit besteht, so daß je nach Aspekt Geschwindigkeits- und Kraftwerte sowohl positiv als auch negativ miteinander korrelieren können, ohne daß eine der beiden Aussagen falsch ist! In diesem Fall ist der Versuch, eine der beiden Aussagen zu beweisen oder die andere zu widerlegen, wie es Joch/Krause/Fritsche (1982, 40ff.) versuchen, nicht sinnvoll, da beide Aussagen verifiziert sind und nur scheinbar im Widerspruch stehen. Eine erfolgversprechende und praktikable Vorgehensweise besteht in der Untersuchung der Beziehungen einer möglichst gut definierten und damit relativ unveränderlichen Schnellkraftleistung zur Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit, um die günstigsten Dimensionen dieser Fähigkeiten, in diesem Fall elementarer Basisfähigkeiten einer Komplexfähigkeit zu ermitteln.

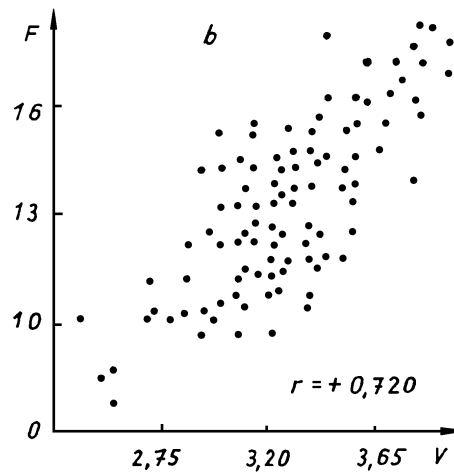


Abb.36: Korrelative oder nichtparametrische Abhängigkeit von Schnellkraft- und isometrischer Maximalkraftfähigkeit (Zaciorskij/Kulik/Smirnov 1970, 142, Abb.1b)

Das gezeigte Beispiel z.B. weist die Maximalkraftfähigkeit als limitierenden Faktor der Schnellkraftleistung aus. Das Optimum der Maximalkraftfähigkeit ist erreicht, wenn sich der Einfluß der Maximalkraftfähigkeit auf die Schnellkraftleistung verliert, d.h. in dem Punkt, wo die lineare Funktion in eine nichtlineare Funktion übergeht, so daß eine Gesamtfunktion vom Typ $y = a + b \ln x$ entsteht. Dieser Fall tritt erst bei extremen Ausprägungen der Maximalkraftfähigkeit, also als Grenzfall auf oder bei Schnellkraftleistungen, wo die Maximalkraftfähigkeit eine vergleichsweise geringe Rolle spielt. Die These, daß Maximalkraftfähigkeit „schnell macht“, konnte bezogen auf Schnellkraftanforderungen bis hin zu sehr geringen Zusatzlasten in grundlegenden Untersuchungen (z.B. Bührle/Schmidtbleicher 1977; Allmann 1985; Müller 1987; Witt 1987) mehrfach statistisch sicher nachgewiesen werden, nicht so bei der gegenteiligen These. Einzugehen ist hier auf die gegenteiligen Aussagen von Verchosanskij (1983), der Ergebnisse mehrerer Autoren anführt, wonach im Ergebnis von umfangreichem und einseitigem Maximalkrafttraining negative Auswirkungen auf die Kontraktionsgeschwindigkeit eintreten können (6). Bei einseitigen oder konträren Trainingsbelastungen sind solche Effekte zu erwarten. Andererseits ist bei einer konsequenten Orientierung auf die Zielstellung des Trainings von einer kompatibleren Gestaltung der unterschiedlichen Trainingsinhalte auszugehen, die solche Wirkungen ausschließt (Orientierung auf die Dynamik der Krafteinsätze sowie Kopplung von Maximalkraft- und Schnellkrafttraining).

Die maximale Schnelligkeitsfähigkeit ist in ihrer Beziehung zur Schnellkraftfähigkeit wenig untersucht worden. Sie gilt als stark genetisch festgelegt und deshalb im Vergleich zur Maximalkraftfähigkeit nur in relativ engen Grenzen trainierbar (Werchoschanski 1988, 58; Harre/Hauptmann 1987, 199; Matwejew 1981, 164). Eine fast „reine“ Schnelligkeitsfähigkeit wird selten abgefordert (z.B. Softballweitwurf), da auch bei geringen Masseverlagerungen der Einfluß der Schnellkraftfähigkeit kaum vernachlässigt werden kann (Beachtung der Sportlermasse).

Wo die Schnelligkeitsfähigkeit eine vordergründige Bedeutung für die sportliche Leistung hat, ist jedoch ihr Training unumgänglich, insbesondere im Zusammenhang mit den sie unmittelbar bedingenden Faktoren wie sportliche Technik, koordinative Fähigkeiten sowie Beweglichkeit (Harre/Hauptmann 1987, 200) und der Muskelentspannungsfähigkeit. In der Praxis erweisen sich die Anforderungen an die Schnellig-

keitsfähigkeit also ebenfalls als Komplexgeschehen mit mehreren progressiv beeinflussbaren Komponenten. Diese Aussage relativiert die gegenüber den Kraftfähigkeiten beschränkte Vervollkommnungsmöglichkeit der Schnelligkeitsfähigkeit. Die Beziehungen zwischen Schnelligkeits- und Schnellkraftfähigkeit können ebenfalls, auch wenn wenig Material darüber vorliegt, als weitgehend positiv signifikant eingeschätzt werden. Auch in dieser Beziehung ist von einer Auflösung der statistischen Abhängigkeit ab einem bestimmten Niveau, welches einer extremen Ausprägung der Schnelligkeitsfähigkeit entspricht, auszugehen. Im Unterschied zur Abhängigkeit von Bewegungsgeschwindigkeit und -kraft ist für die Beziehung Maximalkraftfähigkeit und Schnelligkeitsfähigkeit festzustellen, daß diese sich positiv parallel entwickeln lassen und eine signifikant positive Korrelation zu Schnellkraftleistungen zeigen. Bei extremen Anforderungen der Schnellkraftfähigkeit (vorrangige Kraft- oder Schnelligkeitsanforderung) oder extremen Ausprägungen der Maximalkraft- oder Schnelligkeitsfähigkeit verliert sich die Korrelation, ohne daß eine nachweisbare Alternativentwicklung eintritt (vorausgesetzt das Maximalkrafttraining erfolgt nicht statisch unter Vernachlässigung der Kraftentfaltungsdynamik). Bezieht man dies auf die Form des Korrelationsfeldes in Abbildung 36 ergäbe sich bei Einbeziehung der Extreme folgendes hypothetische Bild:

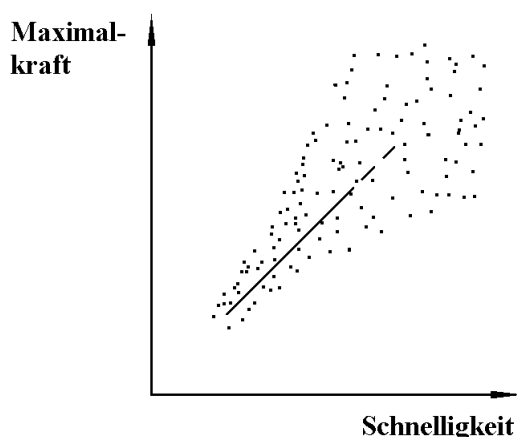


Abb.37: Hypothetisches Korrelationsfeld von Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit unter Einbeziehung von Extremausprägungen dieser Fähigkeiten

Hier zeigt sich wie auch in anderen Beziehungen eine „Niveauspezifik“ (Simkin 1974, 386; Starischka 1981, 342). Eine solche Abhängigkeit ergäbe sich auch für die Beziehung der Maximalkraftfähigkeit zur Schnellkraftfähigkeit oder der Schnelligkeitsfähigkeit zur Schnellkraftfähigkeit, wenn sich die betreffende Schnellkraftanforderung vorrangig auf die jeweils andere konditionelle Basisfähigkeit stützt und deshalb nur ein begrenztes Niveau der Schnelligkeits- oder Maximalkraftfähigkeit notwendig ist. Basieren Schnellkraftanforderungen extrem auf der Schnelligkeits- oder Maximalkraftfähigkeit, so ist keine signifikante Korrelation zur zweiten Basisfähigkeit zu erwarten. Die konkreten Schnellkraftanforderungen bestimmen also auch die Stärke des Zusammenhanges der betreffenden Fähigkeiten. Verchosanskij (1971) untersetzt diese Zusammenhänge und weist auf eine weitere Analysemöglichkeit für die Beziehung Schnelligkeitsfähigkeit - Schnellkraftfähigkeit - Maximalkraftfähigkeit an Hand der Untersuchungen von Masalgin hin, die in der Analyse der parametrischen oder funktionellen Beziehung von Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungskraft (Last) bestehen (24-25). Untersucht wird dabei weniger die grundsätzliche (funktionelle) Abhängigkeit, sondern vielmehr deren Variabilität bei unterschiedlicher Ausprägung der Fähigkeiten, insbesondere für deren zielgerichtete Beeinflussung. Dieses Vorge-

hen findet sich ebenfalls bei Bosco (1983). Auch diese Analyse liefert wertvolle Aussagen zur Schnelligkeits-, Schnellkraft- und Maximalkraftfähigkeit beziehungsweise ihren Beziehungen. Unterschiedlich ist jedoch die Aussage über intra- und interindividuelle Vergleiche. Insofern ist das zuerst dargestellte Verfahren (Korrelationsanalyse) der Funktionsanalyse vorzuziehen, da hier die wichtigeren interindividuellen Vergleichsergebnisse erlangt werden. Die Analyse der funktionellen Abhängigkeit sollte jedoch in ihrer Bedeutung für die Erlangung weiterführender Informationen nicht unterschätzt werden. Sie bietet sich besonders zur intraindividuellen Analyse von Schnellkraftleistungen unter stark wechselnden Bedingungen (Bewegungswiderstände) an.

4.3.2. Die Schnelligkeitsausdauerfähigkeit im Korrelationsfeld von Schnelligkeits- und Grundlagenausdauerfähigkeit

Unter Schnelligkeitsausdauerfähigkeit wird die komplexe konditionelle Fähigkeit verstanden, einem ermüdungsbedingten Geschwindigkeitsabfall entgegenzuwirken. Sie ist nur in einer zyklischen Äußerung denkbar. Die Schnelligkeitsausdauer- oder auch Sprintausdauerfähigkeit wird meist in den Zusammenhang zur maximalen oder submaximalen Geschwindigkeit (z.B. 100-m-Lauf) gebracht (vgl. Pfeiffer/Harre 1986, 159; Matwejew 1981, 185-186) und damit vergleichsweise enger eingegrenzt als die Schnellkraftfähigkeit. Ebenfalls eng begrenzt wird die Schnelligkeitsausdauerfähigkeit von Scholich (1990, 38), indem er sie von der Sprintschnelligkeitsausdauer (SSA) und von der Kurzzeitausdauer unterscheidet und für sie einen Bereich von 20s bis 1min angibt. Andere Autoren dehnen den Wirkungsbereich der Schnelligkeitsausdauer auf Anforderungen aus, die mit einer deutlichen Sauerstoffschuld einhergehen (Frey 1977, 350; Fetz 1980, 239). So kann zumindest hypothetisch von einer maximalen Wirkungsrelevanz der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit bis zu Mittelzeitausdauerdisziplinen ausgegangen werden, während in Langzeitausdauerdisziplinen, wo die Sauerstoffschuld sekundäre Bedeutung hat, der Einfluß der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit weitgehend vernachlässigt werden kann.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Begriffe der Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauerdisziplinen weitgehend übernommen. Besonders in Beziehung zur Schnelligkeitsausdauer bzw. ihren Abhängigkeitsverhältnissen kommt diese Einteilung zur Anwendung (ferner in Beziehung zur Kraftausdauerfähigkeit). Einschränkend muß darauf hingewiesen werden, daß unter der jeweilig verwendeten Bezeichnung (z.B. Mittelzeitausdauer) nicht die zeitliche Übereinstimmung, sondern die inhaltliche (fähigkeitsbezogene) das Primat hat, d.h., daß die einander zugeordneten Disziplinen in der zeitlichen Dauer durchaus differieren können. Die vordergründige und weiter differenzierte Einteilung der Ausdauersportarten bzw. -disziplinen nach der Zeitdauer (vgl. Hasart/Gabriel/Graps 1988, 196; Neumann 1978, 93-97) liefert nur für den Vergleich von Disziplinen mit identischer Bewegungsstruktur auch inhaltlich voneinander abgrenzbare Orientierungsgrundlagen. Für Disziplinen mit unterschiedlicher Bewegungsstruktur (Lauf, Radfahren, Schwimmen, Rudern, Kanu usw.) können trotz gleicher Zeitdauer der Anforderungen die Inhalte der Leistungsstruktur nicht analog gleichgesetzt werden. Hier sind die kritischen Anmerkungen von Gundlach (1978, 116) und Mahlo (1984, 204) zu unterstützen und einer vom Lauf abgeleiteten, allgemeingültigen weiteren Differenzierung der Kurz- und Mittelzeitausdauerdisziplinen zu widersprechen, auch wenn diese für den Bereich des Laufes selbst durchaus wesentlich ist.

Für eine Darstellung der Beziehungen der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit zur Schnelligkeitsfähigkeit und der Grundlagenausdauerfähigkeit können ebenfalls grundlegende Aussagen von Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970) herangezogen werden. Danach zeigen sich positive, signifikante Korrelationen der 100-m-Laufleistungen zu 400-m- bis hin zu 1000-m-Laufleistungen (153). Mit der Streckenlänge nehmen die Korrelationskoeffizienten ab und sinken schließlich unter das Signifikanzniveau (zwischen 1500 und 5000m). Über negative Korrelationen wird nicht berichtet. Mit diesen Zusammenhängen wird die hypothetische Erwartung (s.o.) gestützt, wonach sich der Einfluß der Schnelligkeitsfähigkeit auf Schnelligkeitsausdauerleistungen über die Kurzzeitausdauer bis hin zu Mittelzeitausdauerdisziplinen erstreckt, aber auch, daß er sich in diesem Bereich verliert. Demnach ist eine vergleichsweise weite Sicht der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit angeraten, auch wenn es innerhalb des Korrelations-

feldes von Schnelligkeits- und Grundlagenausdauerfähigkeit stärker als für die Schnellkraftfähigkeit in der Beziehung von Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit Bereiche gibt, die nicht mit der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit erfaßt werden können. Formal ähnlich wie in der Beziehung Schnelligkeits-/Maximalkraftfähigkeit nimmt mit wachsender Dauer der Schnelligkeitsausdaueranforderung der Einfluß der Grundlagenausdauerfähigkeit zu und jener der Schnelligkeitsfähigkeit ab. Auch hier ergäbe sich das Bild einer positiv signifikanten Korrelation (vgl. Abb.36). Dies läßt sich am konkreten Beispiel, z.B. 4000-m-Zeitfahren, belegen (Kettmann 1988, 97, Abb.3). Die Beziehung verliert sich jedoch ab einem bestimmten Niveau der Schnelligkeitsfähigkeit bzw. Grundlagenausdauerfähigkeit (vgl. Abb.37). Im Unterschied zur Beziehung Schnelligkeits-/Maximalkraftfähigkeit wäre der Bereich der klar erkennbaren Korrelation geringer ausgeprägt, während die Auflösung der Korrelation früher sichtbar wäre. Für Extremforderungen mit massiver Dominanz einer Fähigkeit kann nicht mit einer nachweisbaren Korrelation gerechnet werden. Hier wären auch negative Korrelationen denkbar, da beide Basisfähigkeiten an unterschiedliche funktionelle Leistungen und biologische Substrate gebunden sind, welche nicht unbegrenzt parallel entwickelt werden können. Sofern solche Alternativentwicklungen überhaupt nachzuweisen sind (bisher nicht der Fall), treten sie jedoch spät ein und sind in ihrer Bedeutung gegenüber der Notwendigkeit, beide Fähigkeiten zur Absicherung einer hohen komplexen Leistungsfähigkeit (Schnelligkeitsausdauerfähigkeit) auf ein hohes Niveau zu heben, sekundär.

Hier muß ein weiteres, oft ungeklärtes oder unbeachtetes Problem erwähnt werden. Es besteht im Zusammenhang mit der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit in der Vernachlässigung der Kraftfähigkeit. Mit der Definition der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit wird eine zu vernachlässigende Bedeutung der Kraftfähigkeit verbunden. Diese Vereinbarung (Bewegungen, insbesondere schnelle, sind ohne Kraftfähigkeit selten möglich.) muß für die Erreichung differenzierter Leistungsziele bezüglich dieses Aspektes überprüft werden. Die Maßgabe, eine ausschließliche Schnelligkeitsausdauerfähigkeit als konditionelle Grundlage der betreffenden Anforderung reiche aus, dürfte nicht überall aufrechtzuerhalten sein, wo dies angenommen wird. Hier besteht ein wesentlicher Unterschied zur Schnellkraftfähigkeit. Während diese völlig ohne die Ausdauerfähigkeit ermöglicht wird, ist für die Schnelligkeitsausdauerfähigkeit ein zumindest geringer Einfluß der Kraftfähigkeit zu kalkulieren. D.h., die Schnelligkeitsausdauerfähigkeit stellt in der Regel eine komplexere Fähigkeit dar als die Schnellkraftfähigkeit, was z.T. nicht unberücksichtigt bleiben darf. Mit dieser Aussage ist jedoch keine vergleichende Wertung dieser Fähigkeiten zu verbinden.

4.3.3. Die Kraftausdauerfähigkeit im Korrelationsfeld von Maximalkraft- und Grundlagenausdauerfähigkeit

Mit dem Begriff der Kraftausdauerfähigkeit wird die komplexe konditionelle Fähigkeit bezeichnet, dem Kraftabfall bei andauernden oder wiederholten Krafteinsätzen zu widerstehen (vgl. Kibele 1995, 67ff.). Ihr Wirkungsbereich wird nicht so stark eingegrenzt wie dies bei der Schnelligkeitsausdauerfähigkeit der Fall ist, wenn man von der Unterscheidung in Kraftausdauer und Ausdauerkraft (z.B. Gundlach 1968, 199) absieht. Auf Unterteilungsmöglichkeiten der Kraftausdauerfähigkeit soll hier nur hingewiesen werden, ohne näher auf sie einzugehen, da diese hier nicht von vordergründigem Interesse sind. Zintl/Held zum Beispiel unterscheiden in Maximalkraftausdauer, „laktazide“ Kraftausdauer und „aerobe“ Kraftausdauer (1988, 197) und Letzelter/Letzelter in Maximalkraftausdauer, Schnellkraftausdauer und Ausdauerkraft (1990, 119). Bei Harre/ Leopold (1986) finden sich die Aspekte der absoluten und relativen sowie der zyklischen und azyklischen Kraftausdauerfähigkeit. Die Differenzierung der Kraftausdauerfähigkeit wie bei Bachl (1986, 369-370), Letzelter (1978, 137f.) und Schröder (1969, 1078-1079) nach der Dauer bietet bei inhaltlicher Unterlegung einen echten Ansatz für Differenzierungsgrenzen. Besonders hinzuweisen ist auf die von einzelnen Fähigkeiten und Sportartbeispielen abstrahierte und deshalb generell gültige Einteilung der Ausdauerfähigkeiten von Mahlo (1984, 206) in Maximalleistungsausdauer, Intensivausdauer (laktazid) sowie der Extensivausdauer I (aerob - Kohlehydrate) und II (aerob - Fette). Eine Beschränkung der Kraftausdauerfähigkeit auf einen Zeitraum bis maximal zwei Minuten (z.B. Frick 1993) entspricht nicht dem nachgewiesen deutlich darüber hinausgehenden Einfluß der Maximalkraftfähigkeit.

Die Kraftausdauerfähigkeit kann sich sowohl azyklisch als auch zyklisch und sowohl statisch als auch dynamisch äußern. Allerdings sind hier die Unterschiede von lokaler und allgemeiner Ausdauer (Hollmann/Hettinger 1980, 304) oder lokaler, regionaler und globaler Ermüdung (Zaciorskij 1971, 69) zu beachten.

Der Hinweis von Frey (1977), wonach die Schnellkraftausdauerfähigkeit für Kraftausdauerleistungen auszuklammern sei (345 u.347), ist zu unterstützen. Allerdings ist der Grund dafür darin zu suchen, daß andauernde Schnellkraftanforderungen kaum mehr als Kraftausdaueranforderungen bezeichnet werden können. Die von Frey angegebene Begründung, daß schnellkräftige Krafteinsätze nicht aerob abgedeckt werden können, ist nicht allgemeingültig, da niederfrequente wiederholte Krafteinsätze durchaus vorrangig durch den aeroben Stoffwechsel abzudecken sind. Schnellkräftiger Krafteinsatz und hohe Bewegungsfrequenz sollten zur Vermeidung von Mißverständnissen und Fehlern strikt unterschieden werden. Nicht uneingeschränkt zuzustimmen ist auch der Auffassung von Letzelter/Letzelter (1990), wonach die Schnellkraftausdauerfähigkeit eine Kraftausdauerfähigkeit darstellt (119). Während dies für die Maximalkraftausdauerfähigkeit angenommen werden kann, stellt die Schnellkraftausdauerfähigkeit eine Fähigkeit noch höherer Komplexität dar als das bei der Kraftausdauerfähigkeit der Fall ist, was trainingsmethodisch unbedingt berücksichtigt werden muß.

Über die Beziehungen von Kraftausdauer- und Maximalkraftfähigkeit haben sich bereits Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970) und Zaciorskij (1971) geäußert. Auch diese Beziehung ist im Gegensatz zur Abhängigkeit von Bewegungskraft und -dauer durch eine positiv signifikante Korrelation gekennzeichnet.

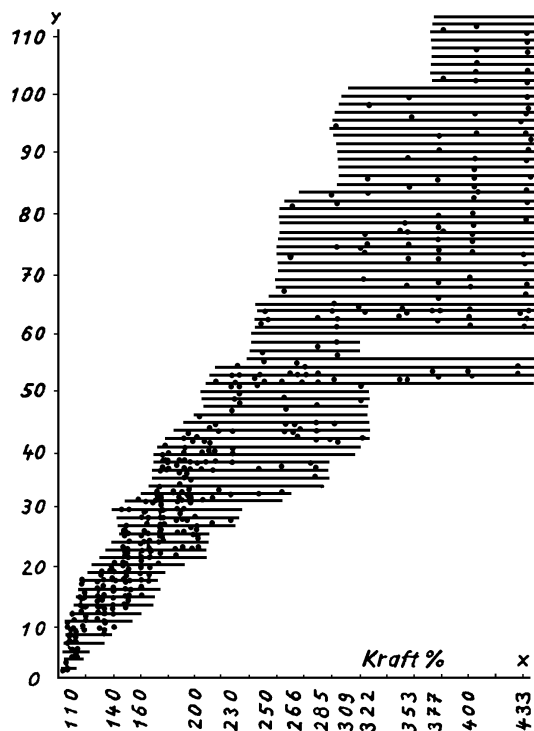


Abb.38: Korrelative Abhängigkeit von Kraftausdauer- und Maximalkraftfähigkeit beim Bankdrücken (Zaciorskij/Kulik/Smirnov 1970, 150, Abb.8)

Bei dieser Korrelation fällt auf, daß sie gleiche Charakteristika besitzt wie die hypothetische Korrelation von Schnelligkeits- und Maximalkraftfähigkeit (vgl. Abb.37), welche darin besteht, daß sich die grundsätzlich vorhandene Beziehung bei der Ausprägung von Extremen der betreffenden Fähigkeiten abschwächt und Tendenzen der Auflösung zeigt. Zaciorskij (1971) verweist darauf, daß die dargestellte Korrelation nur bei Kraftausdaueranforderungen gesichert werden kann, wenn die Krafteinsätze mindestens 20-30% vom Maximum betragen (101). In diesem Zusammenhang ist daran zu erinnern, daß Hettinger (1983) für die Wirksamkeit von statischem Krafttraining ebenfalls eine Mindestschwelle von 30% des Maximums angibt (93, Abb.51). Dies deutet auf eine erkennbare Grenze des Einflusses der Maximalkraftfähigkeit auf Kraftausdauerleistungen hin. Außerdem erscheint für Ausdaueranforderungen mit Krafteinsätzen von erheblich unter 30% vom Maximum eine Attributierung mit dem Begriff Kraft fragwürdig. Analoge Fragen wären für die Schnelligkeitsausdauerfähigkeit zu stellen.

Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970, 151) untersuchten die Korrelation der Kraftausdauer- und der Maximalkraftfähigkeit im Bankdrücken für 50, 40, 30 und 20kg und stellten eine hohe Übereinstimmung der Regressionsgeradenanstiege bei abnehmendem Korrelationskoeffizienten (die Signifikanz blieb in diesem Intervall erhalten) fest. Diese zunächst überraschende Erscheinung findet ihre Erklärung, wenn man bedenkt, daß mit abnehmendem Anforderungsgewicht (50 - 20kg) die mögliche Wiederholungszahl erheblich ansteigt und damit der Wert des Wiederholungszahlgewinns auf der Grundlage der höheren Maximalkraftfähigkeit entsprechend des Regressionskoeffizienten zwar absolut gleichbleibt, aber die Bedeutung für die nun höhere Wiederholungszahl relativ abnimmt. Für Kraftausdaueranforderungen mit einem Krafteinsatz von deutlich unter 30% des maximal möglichen muß mit einer fehlenden Korrelation gerechnet werden, so daß sich hier die Frage stellt, ob diese Anforderung als Kraftausdaueran-

forderung zu kennzeichnen ist. An dieser Stelle wird die Korrelation Maximalkraft-/Kraftausdauerfähigkeit zur Korrelation von Maximalkraft-/Grundlagenausdauerfähigkeit. Diese Beziehung besitzt eine Besonderheit. Sie besteht darin, daß der Korrelationskoeffizient negative Werte annehmen kann. Die Ursache besteht darin, daß Maximalkraft- und Grundlagenausdauerfähigkeit an unterschiedliche funktionelle und strukturelle Systeme gebunden sind (Maximalkraft - physiologischer Querschnitt, Grundlagenausdauer - Mitochondrienbesatz und Kapillarisation), welche ab einem bestimmten extremen Ausprägungsniveau nachweislich alternativ auf die andere Fähigkeit einwirken, da „der Raum in der Muskelzelle begrenzt“ ist (Israel 1976, 121). Diese Beziehung ist mittels Korrelationskoeffizienten nicht zu beschreiben, da es sich um eine lockere Beziehung handelt, welche nur z.T. durch eine lineare Regression zu beschreiben ist. Nach Bayer (1982) kann sich diese Beziehung in drei Bereiche gliedern:

1. den Bereich mit positiver Korrelation,
2. den Bereich ohne Korrelation bei hoher Maximalkraft- und/oder Grundlagenausdauerfähigkeit und
3. den Bereich mit negativer Korrelation bei extremer Ausprägung der Maximalkraft- und/oder Grundlagenausdauerfähigkeit.

Die deutliche Ausprägung der negativen Korrelation als Besonderheit dieser Beziehung ermöglicht kaum eine Wertung von Korrelationskoeffizienten, insbesondere bei kleinen, nicht signifikanten Werten, da sich die unterschiedlichen Bereiche (besonders der 1. und 3.) mathematisch gegenseitig aufheben. Außerdem handelt es sich bei der Gesamtbeziehung um eine nichtlineare Funktion. Lediglich die Teilbereiche lassen sich ausreichend mittels einer linearen Funktion beschreiben. Die vordergründige Wertung der Alternativentwicklung im 3. Bereich, die partiell im Leistungstraining oder bei extrem einseitigem Training auch auf niedrigerer Stufe anzutreffen ist, suggeriert ein generell alternatives Verhalten von Maximalkraft- und Grundlagenausdauerfähigkeit. Diese Ansicht führt zu trainingsmethodischen Fehlschlüssen, da gerade zum Erreichen maximaler sportlicher Leistungen eine optimale Ausprägung dieser Fähigkeiten notwendig ist. Die vordergründige trainingsmethodische Schlußfolgerung aus dieser Beziehung muß also, wie bei den anderen Beziehungen, in einer zielgerichteten parallelen Vervollkommenung in Richtung von Optimalausprägungen dieser Fähigkeiten bestehen. Die Besonderheit besteht in der Vermeidung hinsichtlich sich eventuell herausbildender Alternativausprägungen mittels zielgerichteter Analyse dieser Beziehung im Trainingsprozeß.

4.3.4. Die Schnellkraftausdauerfähigkeit als Ausdruck der komplexen Beziehungen zwischen den konditionellen Basisleistungsfähigkeiten

Die Schnellkraftausdauerfähigkeit stellt insofern ein gesondertes Problem dar, da sie selten als leistungsbestimmende Fähigkeit ausgewiesen wird, d.h., alle drei konditionellen Basisfähigkeiten wesentlichen Anteil an der sportlichen Leistung haben. Dies ist vor allem für Kurz- und Mittelzeitausdauersportarten bzw. -disziplinen sowie für Schnellkraftleistungen, die so oft wiederholt werden müssen, daß die Ausdauerfähigkeit relevant für das Leistungsergebnis ist, zu erwarten. Andererseits ergibt sich selbst bei klarer Effizienz von zwei Basisfähigkeiten als Komplex die dritte nicht relevant erscheinende nicht von selbst als Invariable, welche von den beiden Variablen bestimmt wird, wenn es sich, wie bei komplexen sportlichen Leistungen generell, um die Maximierung der mittleren Bewegungsleistung handelt. Auch die dritte Basisfähigkeit muß bei einer solchen Zielstellung (Maximierung der Bewegungsleistung für sportliche Höchstleistungen) unabhängig von der Hierarchiestellung einem Optimum zustreben. Das Niveau dieses Optimums ist wiederum vom Platz in der Leistungsstruktur abhängig. Obwohl die Schnellkraftausdauerfähigkeit nur einen Bedeutungsbereich für eine begrenzte Anzahl von Sportarten bzw. Disziplinen hat, erscheint das generalisierte Ausgehen von den Komplexfähigkeiten Schnellkraft, Schnelligkeitsausdauer und Kraftausdauer in einigen Fällen fraglich, wenn es auf eine vollständige Aufklärung des Faktors Kondition ankommt. Dies betrifft auch die gängige Praxis, die Spezifik des Krafttrainings ausschließlich an der Übereinstimmung der Bewegungsstrukturen von Trainings- und Wettkampfbübung zu messen, nicht aber am konditionellen Inhalt. Wesentliche Inhalte liefern beide Analyserichtungen, sowohl alternativ als auch gemeinsam.

Sofern sie überhaupt Erwähnung findet, wird die Schnellkraftausdauerfähigkeit meist als spezielle Form einer anderen komplexen konditionellen Fähigkeit dargestellt, was bei sekundärer Bedeutung der Schnellkraftfähigkeit nicht einer gewissen Logik entbehrt. Nach Letzelter/Letzelter (1990) ist die Schnellkraftausdauerfähigkeit eine spezielle Form der Kraftausdauerfähigkeit neben Maximalkraft- und Ausdauerkraftfähigkeit (119) oder die Ausdauervariante der Schnellkraftfähigkeit (83). Nach Frey (1977) ergibt die Verbindung von Kraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit die anaerobe Schnellkraftausdauer (345). Nach Auffassung von Frey ist die Schnellkraftausdauer auf Grund der hohen Beschleunigung auch bei geringen Widerständen anaerob (a.a.O., 345). Hier ist jedoch auf die Abhängigkeit des Stoffwechselweges von der Wiederholungszahl und der Bewegungsfrequenz zu verweisen.

Mahlo (1984) stellt die Schnellkraftausdauerfähigkeit als eine an die Art der Muskelkontraktion gebundene Kraftausdauer- und Schnelligkeitsausdauerfähigkeit zwischen die Kraftausdauer- und die Schnelligkeitsausdauerfähigkeit dar (207). Darüber hinaus differenziert er sie in die alaktazide, die laktazide und die aerobe (KH-Stoffwechsel) Schnellkraftausdauerfähigkeit (206, Abb.2). Allgemein handelt es sich bei der Schnellkraftausdauer um eine Fähigkeit höchster Komplexität, nämlich mit relevanten Anteilen aller drei konditionellen Basisfähigkeiten (Kraft-, Ausdauer- und Schnelligkeitsfähigkeit). Die Schnellkraftausdauerfähigkeit hat nur für entsprechend komplexe Anforderungen und demnach begrenzte Relevanz. Bedeutsame Einflüsse der Schnellkraftausdauerfähigkeit sind in Maximalleistungs-, Kurzzeit- und Mittelzeitausdauersportarten bzw. -disziplinen sowie in Spiel- und Kampfsportarten zu erwarten. Mit der Schnellkraftausdauerfähigkeit können vier komplexe konditionelle Leistungsvoraussetzungen unterschieden werden. Diese gegenüber der Unterscheidung von drei komplexen konditionellen Leistungsvoraussetzungen (Schnellkraft-, Schnelligkeitsausdauer-

er- und Kraftausdauerfähigkeit) stärkere inhaltliche Differenzierung der konditionellen Fähigkeiten ist der weit stärkeren Differenzierung nach den Erscheinungsweisen wie z.B. Sprintkraftausdauer, Sprungkraftausdauer, Schußkraftausdauer usw. nach Letzelter/Letzelter (1990, 66, Abb.15) vorzuziehen, da diese Aufgliederung nicht, wie es zunächst scheint, weiter komplizierend wirkt, sondern vereinfachend, da die unterschiedlichen Erscheinungsweisen auf gemeinsamen konditionellen Fähigkeiten basieren. Die Gliederung nach den komplexen konditionellen Fähigkeiten orientiert auf gemeinsame wesentliche Inhalte unterschiedlicher Erscheinungsweisen und ist in Bezug auf die zu trainierenden konditionellen Fähigkeiten trainingsmethodisch effizienter.

Die unterschiedlichen konditionellen Basisfähigkeiten und Komplexfähigkeiten stehen in vielfältigen Beziehungen zueinander. Das dreidimensionale Modell nach Ikai (1967) bzw. Gundlach (1968) auf der Grundlage funktioneller Beziehungen von Kraft, Geschwindigkeit und Dauer der Bewegung gibt, wie bereits ausgeführt, nicht die wirklichen (korrelativen) Beziehungen zwischen den konditionellen Fähigkeiten wieder. Trotzdem hat dieses Modell eine weite Verbreitung erfahren und wird bis heute fehlerhaft angewandt, indem die Kraft, Geschwindigkeit und Dauer der Bewegung mit den Fähigkeiten gleichgesetzt werden und damit von generell alternativen Beziehungen zwischen diesen Fähigkeiten ausgegangen wird. Neben der fälschlichen Annahme, daß die konditionellen Basisfähigkeiten grundsätzlich alternativ ausgeprägt sind, was, wie bereits deutlich wurde, für die Beziehung Maximalkraft-/Schnelligkeitsfähigkeit nicht und für die Beziehungen Schnelligkeits-/Grundlagenausdauerfähigkeit und Maximalkraft-/Grundlagenausdauerfähigkeit nur für extreme Ausprägungen gilt, besteht der Hauptmangel solcher Modelle darin, daß der dreidimensionale Korrelationsraum, den die funktionellen Regressionsgeraden (eigentlich hyperbolische Funktionen) begrenzen, erheblich kleiner dargestellt wird als er in Wirklichkeit ist. Während die funktionellen Beziehungen von Bewegungskraft, -geschwindigkeit und -dauer einen konkaven Raum im dreidimensionalen Koordinatensystem aufspannen (vgl. Abb.17 der vorliegenden Arbeit), ist der Raum, den die korrelativen Beziehungen von Kraft-, Schnelligkeits- und Ausdauerfähigkeit im dreidimensionalen Koordinatensystem aufspannen, konvex und Begrenzungen werden nur in Richtung Ausdauerfähigkeit sichtbar. Daß dieser Unterschied kein rein „theoretischer“ ist, wird klar, wenn insbesondere bei komplexen Leistungen im Sinne der Schnellkraftausdauerfähigkeit für maximale sportliche Leistungen nach den Optimalausprägungen der konditionellen Basis- und Komplexfähigkeiten gesucht wird. Deren bereits existierendes und erst recht das prognostische Niveau liegt in Dimensionen, welche nach dem dreidimensionalen Modell der konditionellen Fähigkeiten auf der Grundlage funktioneller (hyperbolischer) Beziehungen theoretisch unmöglich wäre. Ein bekanntes dreidimensionales Modell der konditionellen Fähigkeiten auf der Grundlage alternativer funktioneller Beziehungen (vereinfacht als Geraden dargestellt) ist bei Jonath/Krempel (1989) zur Ein- und Zuordnung unterschiedlicher Sportarten zu finden.

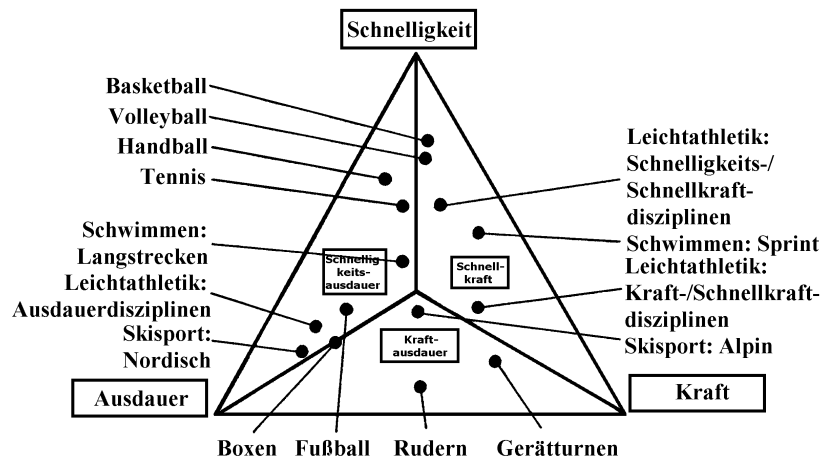


Abb.39: Modell des Raumes der Kondition auf der Basis funktioneller oder parametrischer Beziehungen zur Einordnung unterschiedlicher Sportarten (Jonath/Krempel 1989, 22)

Ein allgemeineres, aber ähnliches Bild entwerfen Fritsch (1977) und Oberbeck (1991, 4, Abb.1) für die Darstellung von Zusammenhängen zur Bildung unterschiedlicher konditioneller Fähigkeiten. Die Vorstellung über den begrenzten Raum der konditionellen Fähigkeiten ist noch sichtbar.

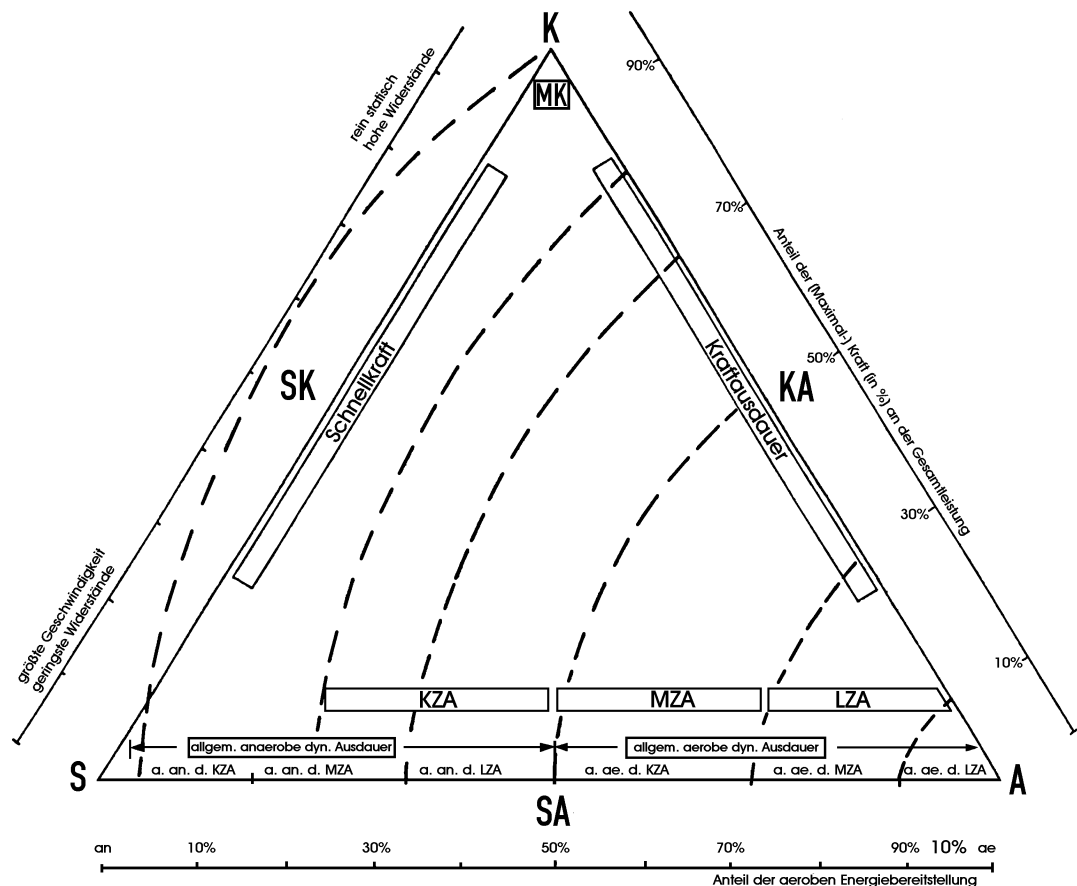


Abb.40: Einordnung konditioneller Fähigkeiten in den modellhaften Raum der Kondition (Fritsch 1977, IV)

Diese abgebildeten Modelle werden auch durch die Sportmedizin angewandt (Bringmann 1990, 20, Abb.1; Bachl 1986, 400, Abb.5) oder andere entwickelt.

Durch die auf die Sportmedizin begrenzte Sicht treten dabei prinzipiell dieselben Fehler auf wie aus begrenzter biomechanischer Sichtweise. So schufen Scharschmidt/Pieper (1985) ein kartesisches Modell von Beziehungen der konditionellen Fähigkeiten Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer. Die in diesem Modell unterschiedenen Fähigkeiten basieren auf den biologischen Variablen Körpermasse, $\text{VO}_{2\text{max}}$, Faserfläche der schnell und langsam kontrahierenden Muskelfasern, Faservolumen der langsam kontrahierenden Muskelfaser sowie der CS- und PGK-Aktivität von Sportlern unterschiedlicher Sportarten.

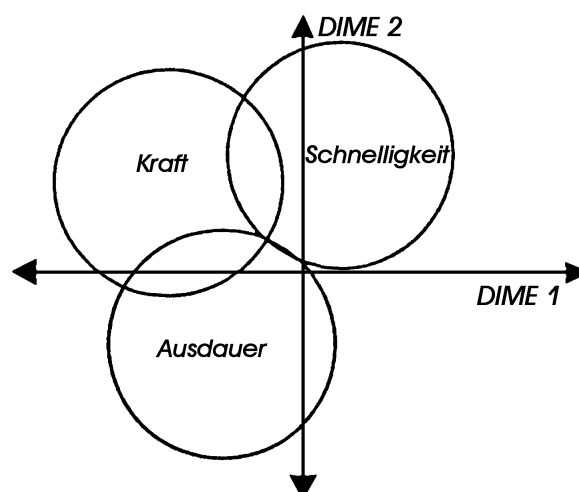


Abb.41: Modell der Beziehungen von konditionellen Fähigkeiten auf der Grundlage biologischer Basisdaten (Scharschmidt/Pieper 1985, 137, Abb.2)

Pahlke (1988) weist ausgehend von Ikai und Gundlach darauf hin, daß bei niedrigem Niveau sich Ausdauer-, Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeit parallel entwickeln und bei Ausdauertraining auf hohem Niveau Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeit abnehmen können. Dies stellt er abweichend von Ikai und Gundlach dar.

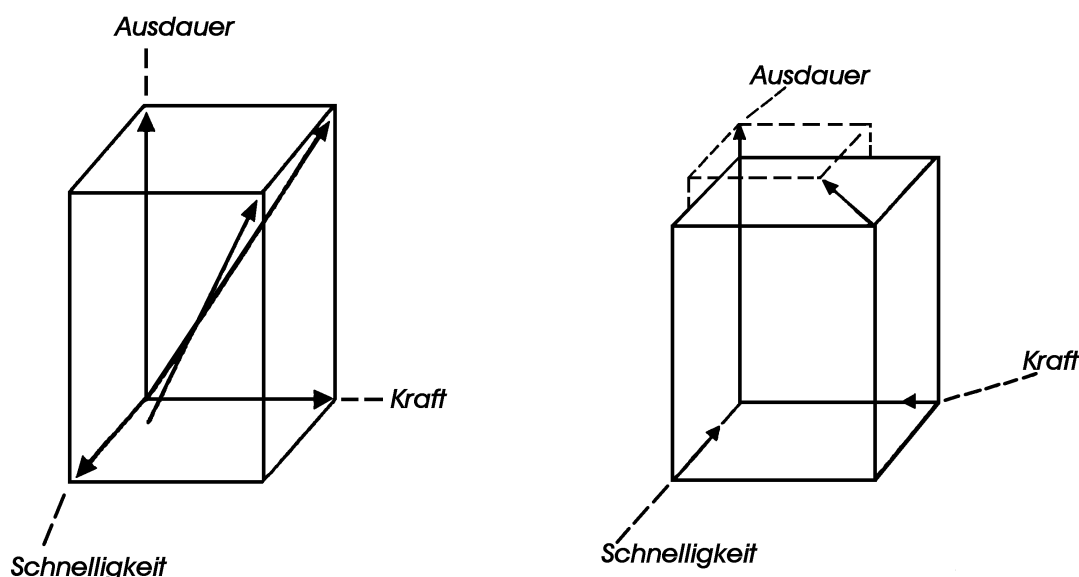


Abb.42a u. b: Entwicklungstrend von Ausdauer-, Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeit bei Ausdauertraining auf niedrigem (a) und hohem (b) Fähigkeitsniveau (Pahlke 1988, 353, Abb.4.2 u. 354, Abb.4.3)

Auf der Suche nach den Dimensionen der sportmotorischen Leistungen gehen Bös/Mechling (1983) den wohl konsequentesten untersuchungsmethodischen Schritt zur Darstellung des Raumes der Kondition, ohne ihn selbst zu beschreiben, da sie nach den grundlegenden, voneinander unabhängigen Dimensionen suchen, die Elemente aller sportlichen Leistungen darstellen. Als diese bestimmen sie die Maximalkraftfähigkeit, die kardiopulmonale Ausdauer und die Koordination, da für sie die Schnelligkeitsfähigkeit bzw. die Schnellkraftfähigkeit bereits komplexe Fähigkeiten mit den Elementen Koordination und Schnelligkeit darstellen. Sie ordnen die betreffenden Anforderungen und Fähigkeiten in ein rechtwinkliges dreidimensionales Fähigkeitssystem ein, welches durch seine fehlende Begrenzung die Beziehungen der korrelativen Fähigkeiten berücksichtigt.

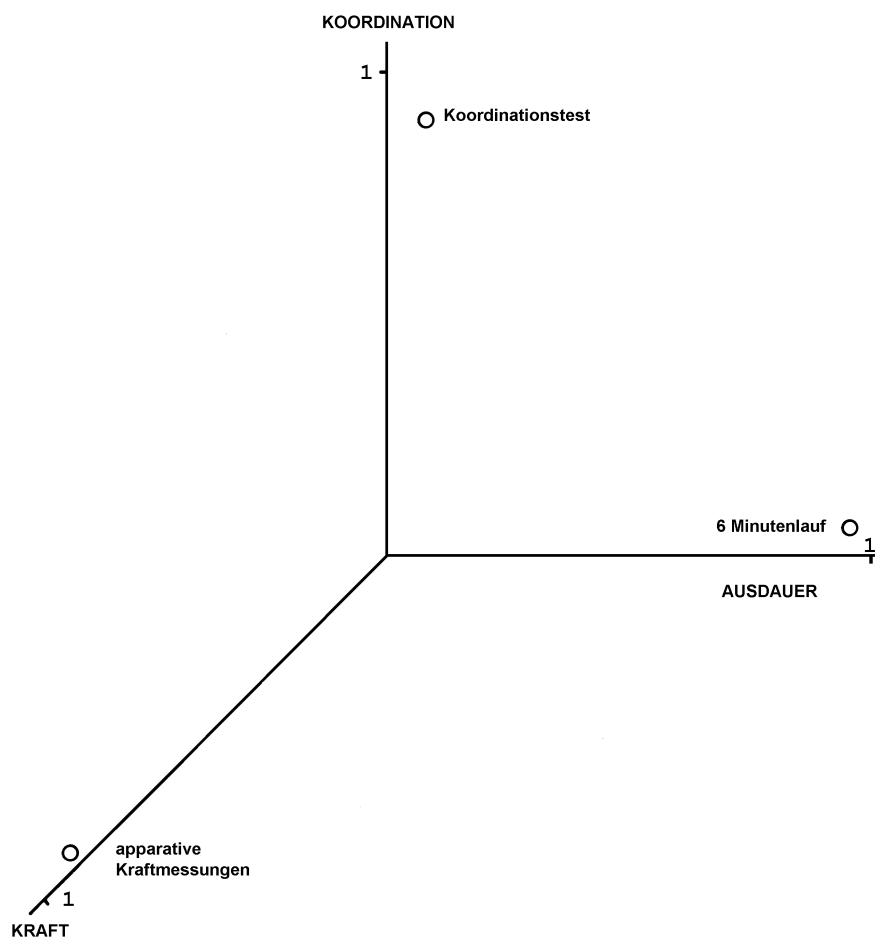


Abb.43: Dreidimensionales Fähigkeitsmodell zur Beschreibung sportmotorischer Leistungen durch ihre grundlegenden voneinander unabhängigen Dimensionen (Bös/Mechling 1983, 221, Abb.4.6.-1)

In solch ein Modell lassen sich die sportlichen Leistungen als Vektor bzw. durch Koordinaten einordnen. Ein derartiges Modell stellt die trainingsmethodische Ergänzung des Modells von Ikai (1967) und Gundlach (1968) dar und bietet Raum für die wirklichen Beziehungsdimensionen der konditionellen Fähigkeiten. Nochmals sei darauf hingewiesen, daß beide Grundmodelle eine wichtige spezifische, sich gegenseitig ergänzende Funktion besitzen und als zwei Teilschritte einer letztlich übergreifenden Methode zu betrachten sind, deren Verständnis vor den Fehlern einer verkürzten Untersuchungs- und Trainingsmethodik bewahrt!

4.3.5. Wissenschaftsdisziplinäre Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit

Unter dieser Überschrift sollen die Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit aus unterschiedlicher Sicht dargestellt werden. Die Unterschiedlichkeit der Sichtweisen ermöglicht bei Beachtung der komplexen Zusammenhänge die Bereitstellung von differenzierten Teilerkenntnissen. Das disziplinspezifische Vorgehen ist als notwendig, aber nicht hinreichend anzusehen, da erst die Zusammenführung der unterschiedlichen wissenschaftsdisziplinspezifischen Fakten ein etwa reales Bild der Wirklichkeit zeichnet. Diesem kommt Schmidtbleicher (1984) mit seinem Strukturmodell der Schnellkraftfähigkeit für unterschiedliche Kontraktionsarten besonders nah.

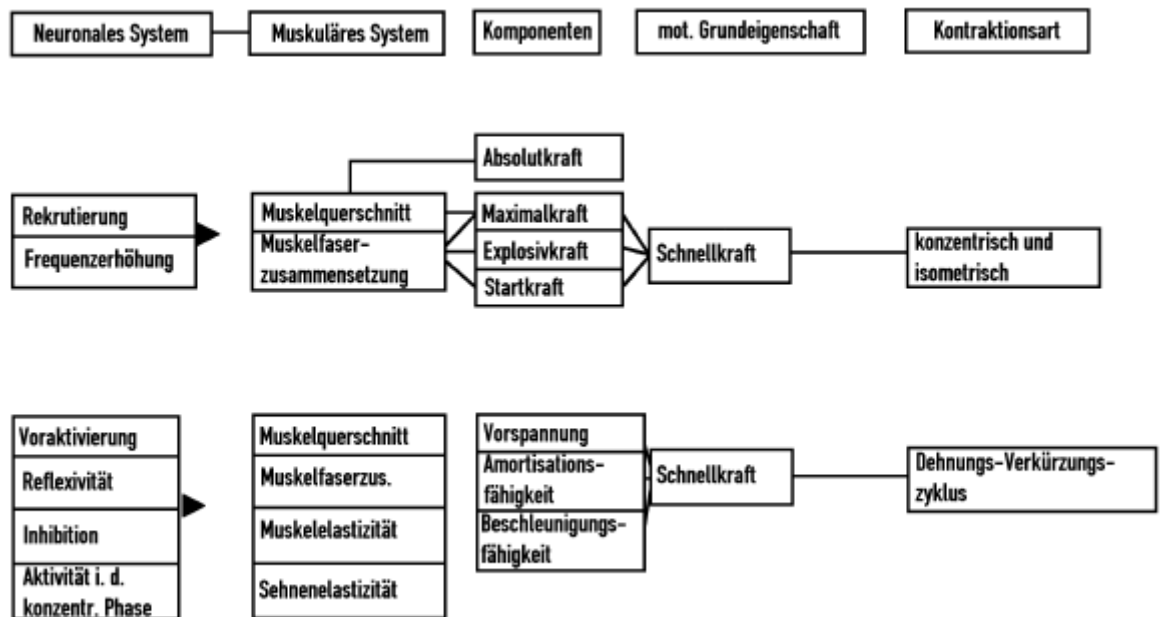


Abb.44: Strukturmodelle der Schnellkraftfähigkeit für unterschiedliche Kontraktionsarten (Schmidtbleicher 1984, 1791, Abb.16)

Mit den Ausführungen im folgenden Kapitel sollen die übergreifenden Aussagen zu dieser Thematik in den vorangegangenen Ausführungen durch speziellere ergänzt werden.

4.3.5.1. Biomechanische Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit

Die biomechanische Sichtweise spielt bereits bei der Definition, aber auch bei der Differenzierung und Objektivierung von Erscheinungsweisen der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit eine vordergründige Rolle. Die biomechanische Sichtweise hat grundlegende Bedeutung für den Erkenntnisgewinn zu den konditionellen Fähigkeiten in mehreren Stufen dieses Prozesses, bewährt sich aber besonders als Ausgangspunkt für weitere Beschreibungen und Erklärungen (Willimczik 1983, 24-25) nicht zuletzt durch sie selbst. Sust (1978) und Sust/Weiß (1987) verweisen unter biomechanischem Aspekt auf die vielfältigen Bedeutungsmöglichkeiten bei dem Begriff Schnellkraft durch verschiedene Autoren und die dadurch möglichen Mißverständnisse bzw. Fehler. Unpraktikabel ist der Schluß, aus diesem Grund auf den allgemeinen Gebrauch des Schnellkraftbegriffes zu verzichten und in jedem Fall den genauen Sachverhalt zu beschreiben (1978, 767-768; 1987, 28-29). Für eine allgemeine Diskussion der Schnellkraftfähigkeit dürfte auch eine allgemeine Schnellkraftdefinition (vgl. Kap. 4.3.1.), welche unterschiedliche Aspekte umfaßt, sinnvoll sein, während für speziellere Untersuchungen zur Schnellkraftfähigkeit auch differenziertere Schnellkraftdefinitionen erforderlich sind. Der Gebrauch eines allgemeinen und speziellen Schnellkraftbegriffes scheint entsprechend der jeweiligen Zielstellung durchaus angebracht. Eine differenzierte Kennzeichnung der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit kann sich auf unterschiedliche biomechanische Aspekte stützen.

Verchosanskij (1971) verglich die Kraft-Zeit-Verläufe einmaliger Beinstreckbewegungen bei maximalem Willenseinsatz, aber unterschiedlich hohen Widerständen bis hin zur isometrischen Kontraktion. Die sich daraus ergebenden Kraftkurven eigneten sich zur Analyse manifester Bestandteile der Schnellkraftfähigkeit, die mit abnehmendem Widerstand zunehmend gefordert wird.

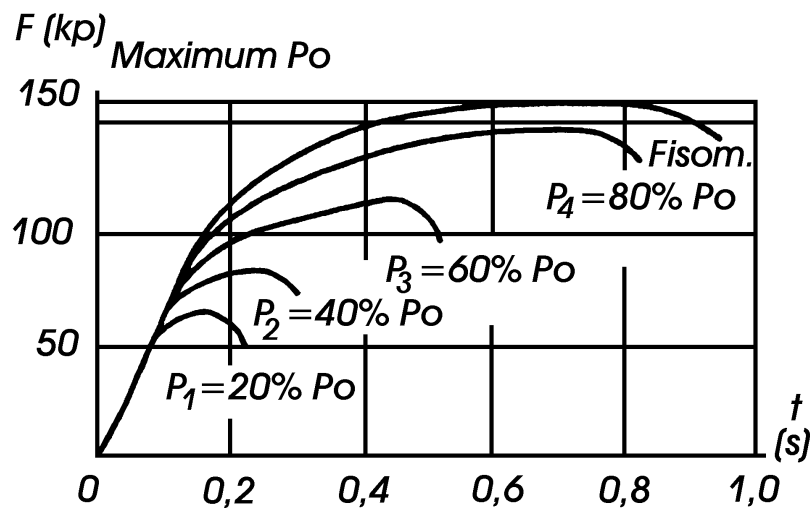


Abb.45: Kraft-Zeit-Kurven schnellkräftiger Beinstreckbewegungen mit unterschiedlichen Widerständen (Verchosanskij 1971, 28, Abb.16)

Besonders Lehnertz befaßte sich mit den Ursachen der geringeren Kraftentfaltung bei geringeren Bewegungswiderständen bis hin zu den molekularen Erklärungsvarianten der inneren Biomechanik (1984, 1985, 1987, 1988). Als besonders relevant für Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerleistungen ist die Rolle der Trägheitskraft einzuschätzen, da sie besonders in der Anfangsphase der Bewegung gegen geringe Widerstände den Hauptanteil dieser Widerstände bildet und ihre Variabilität im Ver-

lauf der Bewegung und damit den Verlauf der kinematischen und dynamischen Parameter massiv mitbestimmt (vgl. Kap. 4.1.1.). Auf der Grundlage der biomechanischen Analyse dieser Kraft-Zeit-Kurven differenziert Verchosanskij (1971) die Schnellkraftfähigkeit in „mindestens“ drei Komponenten - die Startkraft, die Explosivkraft und die Maximalkraft (29). Diese unterschiedlichen Teilfähigkeiten sind durch unterschiedliche Schnellkraftindizes bzw. Kraftgradienten (vgl. Zaciorskij 1971, 12) gekennzeichnet, d.h., der bis dahin gültige Schnellkraftindex (F_{\max} / t_{\max}) wurde weiter differenziert. Diese Komponenten zeigten sich bei allen Bewegungen unabhängig vom Widerstand. Die Startkraft zeigt sich zu Beginn der Bewegung bei allen Kurven in gleicher Weise und ist nicht zu verwechseln mit Kräften, die im Startabschnitt zyklischer Bewegungen registriert werden. Die Explosivkraft bezieht sich auf den folgenden Bewegungsabschnitt bis zum Kraftmaximum oder vom Beginn des Kraftverlaufes bis zum Kraftmaximum. Diesen Ergebnissen Verchosanskis zufolge stellt die Schnellkraftfähigkeit (Aktionsfähigkeit) einen Komplex von generalisierten Teilfähigkeiten dar, die sich bei den unterschiedlichen Kontraktionsweisen der Muskulatur zeigen. In weiterführenden Arbeiten bestimmen Werchoshanski/Tatjan (1975) die Startkraft mittels Q-Gradient $[(F_{\max}/2) / (t_{F_{\max}/2})]$, die beschleunigende Muskelkraft mittels G-Gradient $[(F_{\max} - (F_{\max}/2)) / (t_{\max} - (t_{F_{\max}/2}))]$, die Explosivkraft mittels I-Gradient (F_{\max} / t_{\max}) sowie die maximale isometrische Kraft und die absolute Bewegungsschnelligkeit ohne zusätzlichen äußeren Widerstand (25-26). Nach Werchoshanski/Tatjan (1975) sind die Schnellkraft- und die Explosivkraftfähigkeit synonyme Kraftfähigkeiten (25), welche in Abhängigkeit vom zu überwindenden Widerstand, von der absoluten Kraftfähigkeit (isometrische Maximalkraftfähigkeit - 26) und der absoluten Bewegungsschnelligkeit bestimmt wird (26) und mittels J-Gradient (F_{\max}/t_{\max}) beurteilt werden kann (26). Die Schnellkraft- oder Explosivkraftfähigkeit läßt sich in

- die Startkraft und
- die Beschleunigungskraft (nicht identisch mit Kräften im Beschleunigungsabschnitt zyklischer Bewegungen)

differenzieren, welche durch den Q- bzw. den G-Gradienten objektiviert werden können (a.a.O., 26). Damit sind in Bezug auf die Schnellkraft- bzw. Explosivkraftfähigkeit vier Komponenten zu unterscheiden, von denen sich die drei Kraftfähigkeiten an Hand der Kraft-Zeit-Kurve direkt biomechanisch ablesen lassen. Die Komponenten der Schnellkraftfähigkeit sind relativ unabhängig voneinander (a.a.O., 29), was bei ihrer gezielten Vervollkommnung trainingsmethodisch zu berücksichtigen ist. Diese Einteilung der Komponenten der Schnellkraftfähigkeit an Hand der Kraftkurve wird von Verchosanskij (1979) aufrechterhalten und mit speziellen Beispielen anderer Autoren untersetzt (1988, 61-62). Kusnezow (1972) und Fetz (1980) unterscheiden die Explosivkraft von der Schnellkraftfähigkeit, indem sie die Explosivkraft als Extremform der Schnellkraftfähigkeit mit maximaler Beschleunigung betrachten, während die Schnellkraftfähigkeit durch submaximale Beschleunigungswerte gekennzeichnet ist (vgl. Abb.6 der vorliegenden Arbeit). Ebenfalls auf der Grundlage mehrjähriger Quer- und Längsschnittuntersuchungen strukturieren Bührle/Schmidtbleicher (1981b) die Schnellkraft in Startkraft, Maximalkraft, Fähigkeit der dynamischen Realisation (im Sinne der Differenz zwischen isometrischer und konzentrisch-dynamischer Kraftentfaltung) sowie der Explosivkraft (25, Abb.7). Im Unterschied zu Werchoshanski/Tatjan (1975) erfolgt keine synonyme Verwendung der Begriffe Explosiv- und Schnellkraftfähigkeit. Die Explosivkraft wird als das Vermögen bezeichnet, schnell

hohe Kraftwerte zu entwickeln, ist aber auf die Zeit des Kraftanstieges (ca. 150ms) begrenzt (a.a.O., 24). Die von Bührle/Schmidtbleicher (1981b) als Explosivkraft bezeichnete Fähigkeit entspricht weitgehend der Beschleunigungskraft nach Werchoshanski/Tatjan (1975). Während der Begriff der Startkraft auch inhaltlich übernommen wurde, ist die Entsprechung der Explosivkraft von Bührle/Schmidtbleicher (1981b) und der Beschleunigungskraft von Werchoshanski/Tatjan (1975) nicht vollständig, da Bührle/Schmidtbleicher in vorhergehenden (1977) als auch in folgenden Arbeiten die Explosivkraft auf den linearen Bereich der Kraftkurve begrenzen, ohne daß eine erkennbare Abgrenzung von der Startkraft erfolgt, umfaßt die Beschleunigungskraft von Werchoshanski/Tatjan (1975) den Bereich vom Ende der Startkraft ($F_{\max}/2$) bis zum Erreichen von F_{\max} . Schmidtbleicher (1980) belegt einen Teil dieser Differenz (Ende des relativ linearen Kraftanstieges bis zum Erreichen von F_{\max}) mit dem Begriff der Approximationskraft (56, Abb.17, 89). Er konnte in dieser Untersuchung keinen signifikanten Einfluß von Maximalkraft- und Schnellkrafttraining auf die Approximationskraft feststellen, so daß diese in späteren Arbeiten nicht mehr genannt wird (vgl. Schmidtbleicher 1984, 1987). Andererseits verwendet Schmidtbleicher (1984) den Begriff Beschleunigungsfähigkeit in Bezug auf die Schnellkraftfähigkeit im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus für die Bewegungsphase der Verkürzung (1790). Ein weiterer Unterschied zu Werchoshanski/Tatjan (1975) ergibt sich bei Bührle/Schmidtbleicher (1981b) mit ihrem Versuch der Neustrukturierung durch die Einführung des Begriffs der Fähigkeit zur dynamischen Realisation der Maximalkraft (21-23). Damit wird die Fähigkeit bezeichnet, bei konzentrischen Kontraktionen gegen geringe Widerstände einen prozentual möglichst hohen Anteil der statischen Maximalkraft realisieren zu können (23). Auch diese Komponente wird in späteren Arbeiten nicht mehr erwähnt. Eine weitere Besonderheit ist die Angabe der Absolutkraft (maximale Kraft bezogen auf das Gesamtfaserspektrum des Muskels) als Komponente der Schnellkraftfähigkeit, die über den Muskelquerschnitt auf die Maximalkraftfähigkeit wirkt (Schmidtbleicher 1984, 1788, Abb.8; Bührle 1985, 105, Abb.20; Bührle/Schmidtbleicher 1986, 242, Fig.5). Da es sich bei der Absolutkraft um eine indirekte Einflußgröße über die direkte Komponente Maximalkraftfähigkeit handelt, wird auch diese Komponente folgend nicht mehr verwendet.

Dagegen findet der zunächst als unzureichend gekennzeichnete Schnellkraftindex (1981a, 261; 1981b, 19-20) wieder Anwendung (Bührle 1985, 104, Abb.19; Bührle/Schmidtbleicher 1986, 240, Fig.4). Auch Letzelter/Letzelter/Steinmann (1990) kommen zu dem Schluß, daß der Schnellkraftindex (F_{\max} / t_{\max}) auf Grund nicht reliabler t_{\max} -Werte ungeeignet ist (49). Aussagen über eine geringe Bedeutung des Schnellkraftindex sind jedoch kritisch zu prüfen, da die Testformen und -aufgaben, welche durch die Kraft-Zeit-Kurve repräsentiert werden, oft nicht der Analyseaussage entsprechen. So ist bei einem isometrischen Maximalkrafttest von vornherein keine Korrelation (höchstens eine negative) zwischen der Höhe des Kraftwertes und der Zeit des Erreichens zu erwarten. Zunächst muß den Sportlern entsprechend des Analyseziels zumindest die Aufgabe gestellt werden, eine hohe Kraft möglichst schnell zu entfalten. Für die Bestimmung von Schnellkraftindizes selbst ist zu berücksichtigen, daß Relativwerte die Aussage verschleiern. Die von Zaciorskij (1971) angeführte fehlende Korrelation von maximalem Kraftwert und der Zeit für das Erreichen von 50% dieses Wertes kann nicht verwundern und ist in dieser Weise auch bei ähnlichen Analysen zu erwarten, wenn bedacht wird, daß die erreichten 50% unterschiedlich hohe absolute Kraftwerte darstellen wie der Maximalwert selbst. Auch Bührle (1986) stößt auf die Unveränderlichkeit der Realisierungszeit solcher Relativwerte (83). Zaciorskij's Aussage „Das Vorhandensein einer großen Kraft weist nicht auf die Fä-

higkeit hin, diese schnell entwickeln zu können.“ (1971, 12) ist biomechanisch völlig richtig, erklärt aber nicht die enorme Bedeutung der Maximalkraftfähigkeit für schnellkräftige Bewegungen. Auch zur Vermeidung derartiger trainingsmethodischer Fehlaussagen durch eine rein biomechanische Sichtweise eignet sich die Orientierung auf das „Prinzip“ der korrelativen Beziehungen (vgl. Kap. 2 der vorliegenden Arbeit) bzw. auf einen interindividuellen Vergleich der personellen Leistungsvoraussetzungen bezüglich einer für alle Sportler relativ festgelegten konkreten sportlichen Aufgabe (gleiche absolute Anforderungen). Grundsätzlich kann sich die wertende Analyse von Kraft-Zeit-Kurven hinsichtlich der Schnellkraftfähigkeiten auf die Kraft

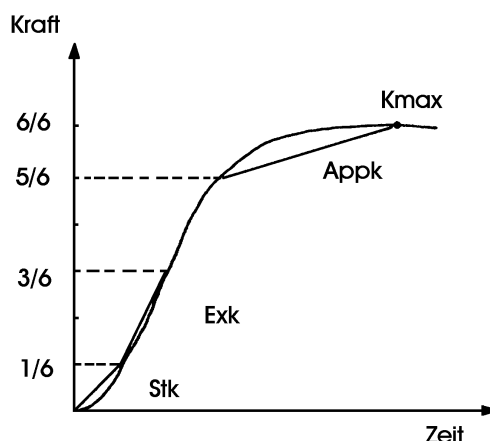


Abb.46: Analyse von Kraft-Zeit-Kurven an Hand unterschiedlicher Kraftintervalle (Schmidtbleicher 1980, 56, Abb.17)
Stk - Startkraft, Exk - Explosivkraft, Appk - Approximationkraft

oder auf Zeitintervalle

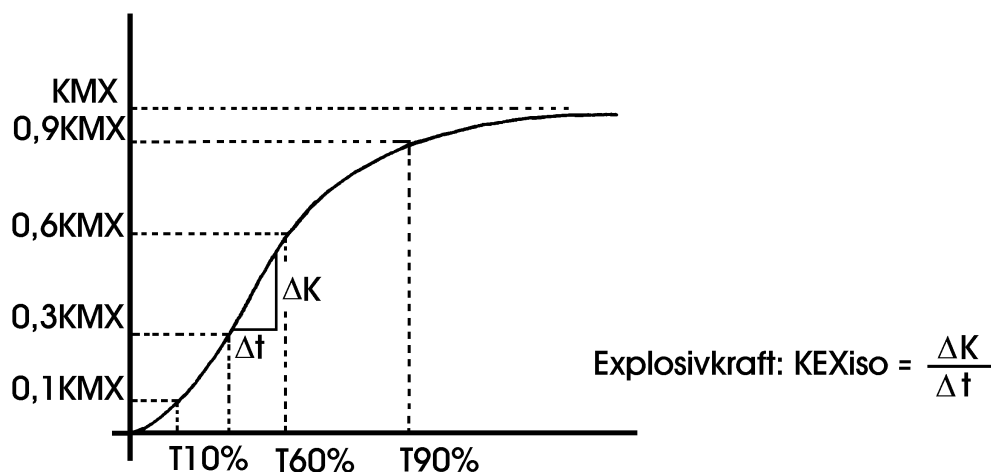


Abb.47: Analyse von Kraft-Zeit-Kurven an Hand unterschiedlicher Zeitintervalle (Bührlé 1986, 81, Abb.5)

beziehen. Entsprechend der Orientierung an der speziellen sportlichen Aufgabe können aus diesen Komponenten weitere Kennziffern gebildet werden. So spezifizieren Bührlé/Schmidtbleicher (1983) ihre Auffassung der Explosivkraftfähigkeit weiter, indem sie mittels Indexbildung den Einfluß der Maximalkraftfähigkeit eliminieren, um den Einfluß der Kontraktionsgeschwindigkeit der Muskelfasern abzuschätzen ($EXK_{rel} = EXK \cdot 100 / \text{Maximalkraftwert}$; 16). Die Interpretation von Kraft-Zeit-Kurven zur Beurteilung der Schnellkraftfähigkeit bzw. ihrer Komponenten findet sich

in unterschiedlichen Sportarten (Speerwurf - Hellmann 1987, 45, Abb.1; Sprint - König 1987, 83, Abb.1) und in unterschiedlicher Ausprägung.

Generell kann festgestellt werden, daß die Kraftentfaltung einen gewissen typischen Phasencharakter aufweist, der eine Differenzierung einzelner Komponenten rechtfertigt. Als generelle Einschätzung der Schnellkraftfähigkeit kann der Schnellkraftindex dienen, dem jedoch eine Differenzierung in Start- und Beschleunigungs- oder Explosivkraft vorzuziehen ist. Andere oder weiter differenzierte Komponenten der Schnellkraftfähigkeit sind entsprechend spezifischer sportlicher Anforderungen denkbar.

Weitere Differenzierungen der Schnellkraftfähigkeit können durch die Analyse anderer kinematischer oder dynamischer Kennziffern entstehen. In Bezug auf die Schnellkraftfähigkeit betrifft dies vordergründig Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe. Ein Beispiel dafür zeigen Pohl/Diedrich (1978) mit der Analyse der Geschwindigkeits-Zeit-Kurven von speziellen Kraftübungen im Ringen:

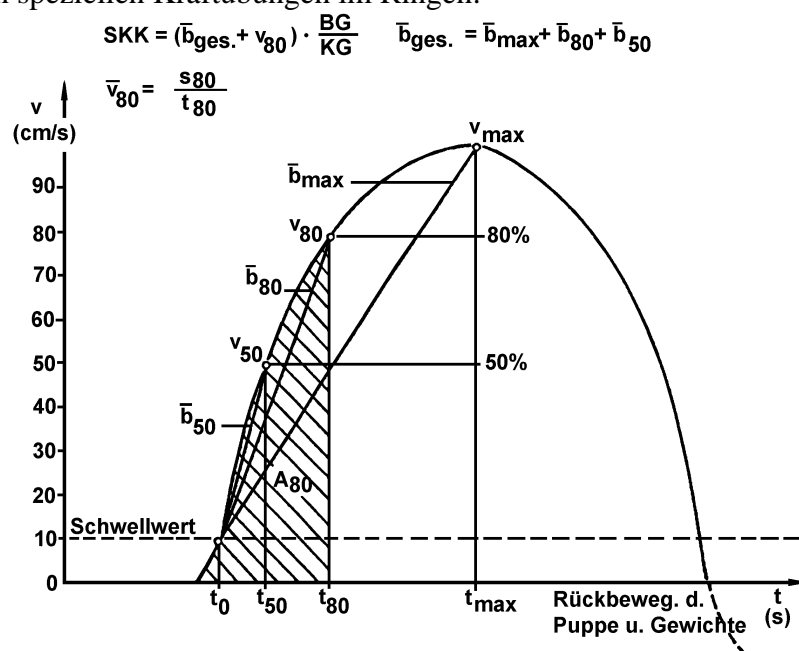


Abb.48: Analyse kennziffern der Geschwindigkeits-Zeit-Kurven im Ringen als Kriterien der Schnellkraftfähigkeit (Pohl/Diedrich 1978, 120, Abb.1)

Andrich (1978) gibt neben dem Anstieg der Kraftkurve (132) die mittlere mechanische Leistung bei definierten Arbeitswegen als Kriterium zur Beurteilung der Schnellkraftfähigkeit im Eisschnellauf an (130-131).

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit, welche hier zumindest Erwähnung finden soll, entsteht durch die Analyse unterschiedlicher Bewegungsstrukturen. Die bisherigen Beispiele bezogen sich scheinbar ausschließlich auf konzentrische Muskelkontraktionen. Unter dem Blickwinkel der hier zu behandelnden Thematik sind jedoch außerdem die isometrische, die exzentrische sowie kombinierte Kontraktionsweisen wie die isometrisch-konzentrische und die exzentrisch-konzentrische (reaktive) Kontraktionsweise von Interesse. Bei zyklischen Schnellkraftanforderungen haben diese Kontraktionsweisen Bedeutung für die Antriebsphase selbst (z.B. Lauf- und Sprungdisziplinen - vgl. Frick 1993), als auch darüber hinaus durch die Beeinflussung der Antriebsphasen über die Gestaltung der Zwischenphasen (im Rudern Freilaufphase). Obwohl diese Einflüsse z.B. im Rudern, Kanu und Schwimmen vergleichsweise gering erscheinen und ihre Nutzung nur begrenzt sinnvoll und möglich ist, sollen sie nicht unerwähnt bleiben, da solche kombinierten Kontraktionsarten auch bei diesen Bewegungen ablaufen und äußerlich kaum erkennbar sind (vgl. Kap. 4.1.1. und 4.2.).

Dies trifft auch für die Kombination der isometrischen und der konzentrischen Kontraktion zu. Um diese handelt es sich nämlich in der Mehrzahl der bisher angeführten Beispiele, was jedoch bei einer vordergründigen Analyseorientierung auf kinematische **oder** dynamische Kennziffern oft nicht deutlich wird. Die Verbindung beider Aspekte verdeutlicht schnell, daß kombinierte Kontraktionsformen eher die Regel und die elementaren Kontraktionsformen die Ausnahme bilden. Bei den bisher angeführten Beispielen handelt es sich vorrangig um die Kombination der isometrischen mit der konzentrischen Kontraktionsweise. Diese stellten Werchoshanskij/Tatjan bereits 1975 dar und verdeutlichten dabei unterschiedliche Anteile der isometrischen und konzentrischen Kraftentfaltung in Abhängigkeit von der Höhe des Widerstandes.

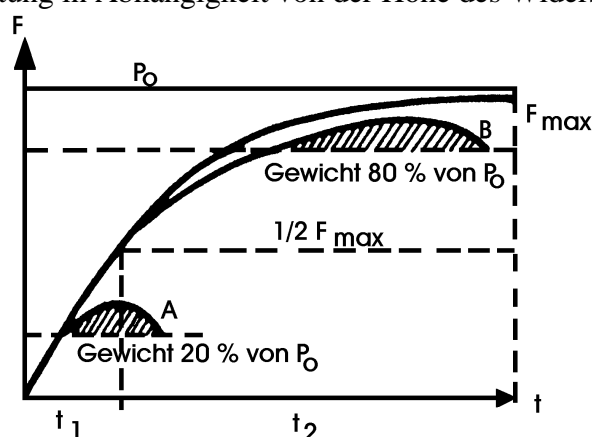


Abb.49: Unterschiedliche Kraft-Zeit-Verläufe dynamischer und isometrischer Muskelkontraktionen mit Kennzeichnung des isometrischen und dynamischen Anteils in Abhängigkeit vom Bewegungswiderstand (Werchoshanskij/Tatjan 1975, 29, Darst.5)

Die besonders erfolgversprechende Analyse des Zusammenhanges von kinematischen und dynamischen Kennziffern zur Kennzeichnung schnellkräftiger Bewegungen zeigt sich z.B. bei Müller (1987).

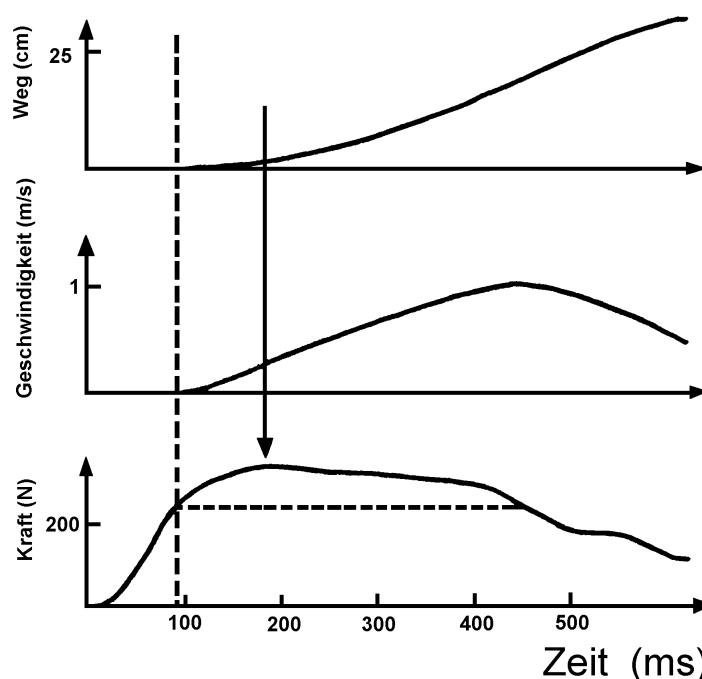


Abb.50: Kraft-, Geschwindigkeits- und Weg-Zeit-Verläufe bei schnellkräftiger vertikaler Armstreckung gegen eine Last von 25kg (Müller 1987, 55, Abb.8)

Dieses Vorgehen hat sich auch in der Trainingspraxis durchgesetzt (z.B. Speerwurf - Hellmann 1987, 45-46). Werchoshanskij/Tatjan (1975) und Verchosanskij (1979) setzen die Startkraft weitgehend mit der isometrischen Phase derartiger Muskelkontraktionen gleich. An die Besonderheiten isokinetischer Kontraktionen soll an dieser Stelle nur erinnert werden.

Insgesamt zeigen sich vielfältige Ansatzmöglichkeiten für differenzierte Untersuchungen der Schnellkraftfähigkeit und ein breites Spektrum von Grundlagenerkenntnissen, welches durch unterschiedliche Autoren geschaffen wurde.

Völlig anders verhält es sich mit der Schnellkraftausdauerfähigkeit. Hier existiert weder ein allgemeingültiger Grundbestand an Erkenntnissen noch Erkenntnisse zu unterschiedlichen Aspekten. Hinzuweisen ist bezüglich der Schnellkraftausdauerfähigkeit auf die Erkenntnisse von Dorochoy (1987). Er untersuchte u.a. den Einfluß von Langzeitausdauerbelastungen auf die maximale Kraftfähigkeit (F_{\max}), den J-Index (F_{\max} / t_{\max}), den Q-Index (Startkraft) und die statische Kraftausdauerfähigkeit der oberen Extremitäten von Langstreckenläufern, Eisschnellläufern und Skiläufern unterschiedlicher Qualifikation (Sportstudenten bis Meister des Sports) als Ausgangswert, nach dem ersten und zweiten Drittel der Strecke sowie beim Zieleinlauf. Die statische Kraftausdauerfähigkeit und die Kraftgradienten (I, Q) reagierten sehr deutlich auf diese Belastung mit einer Verringerung (Maximalkraftfähigkeit nicht so deutlich). Während die statische Kraftausdauerfähigkeit eine deutliche Abhängigkeit vom Trainingszustand aufwies (was bei dieser Ausrichtung des Trainings zu erwarten ist), erwiesen sich die Kraftgradienten stärker als individuelle Charakteristika mit relativ invarianten interindividuellen Relationen. Interessante Erkenntnisse von Rasulbekow zum Schwimmen, die ebenfalls als Ansatz in Richtung Schnellkraftausdauerfähigkeit interpretiert werden können, werden von Satori/Tschiene (1987) zum Krafttraining im Schwimmen zitiert. Danach führte die Schulung der Explosivkraft im Wasser auf der Basis eines isometrischen und isokinetischen Krafttrainings an Land zu einer an Hand von Kraftkurven nachweisbaren mehrdimensionalen (u.a. der Explosivkraft) Kraftsteigerung.

Zusammenfassend muß für die Schnellkraftausdauerfähigkeit ein vergleichsweise unscheinbarer, lediglich ansatzhafter Erkenntnisstand konstatiert werden, dessen Erweiterung sich zunächst durch die Untersuchung von möglichen biomechanischen Kenngrößen wie Kraftgradienten, Geschwindigkeits-Zeit-Relationen oder Leistungswerten anbietet. Dabei ist auf einen besonders aus der Sicht funktioneller Abhängigkeiten erkennbaren Widerspruch hinzuweisen. Sowohl die Geschwindigkeit als auch die Dauer einer Bewegung sind im Verhältnis zur Höhe des Krafteinsatzes alternativ ausgeprägt. Aus dieser Sicht stellt schon der Begriff Schnellkraftausdauer einen doppelten Widerspruch dar, der jedoch das Problembewußtsein für die komplexe Optimierungsproblematik bezüglich der Schnellkraftausdauerfähigkeit schärft. Ansatzpunkte zur Klärung sind vor allem in intraindividuellen Vergleichen bei definierten Kurz- und Mittelzeitausdauerdisziplinen zu suchen.

4.3.5.2. Biologisch-physiologische Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit

An dieser Stelle sollen lediglich einige spezifische biologische Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit auf muskulärer Ebene diskutiert werden, während auf die umfangreichen (biologischen) Grundlagen der Kraft- und Ausdauerfähigkeiten verwiesen werden muß, da deren Darstellung den vorgegebenen Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

Die biologischen Grundlagen der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit beziehen sich vor allem auf die Besonderheiten der energetischen Absicherung und der nervalen Ansteuerung der betreffenden Kontraktionsvorgänge. Diese physiologischen und anatomischen Charakteristika lassen sich bis hin zum biologischen Substrat - der Muskelzelle - verfolgen, wo auch ihre enge gegenseitige Bedingtheit sichtbar wird. Als Problem tritt bei den betreffenden Kontraktionsvorgängen immer wieder die Qualität und Quantität der Energiefreisetzung in den Vordergrund, die sich dann in der Geschwindigkeit des Bewältigens von Bewegungswiderständen bzw. der Höhe der Kraftentfaltung in begrenzten Zeitintervallen manifestiert. Für schnellkräftige Muskelkontraktionen ist die höchstmögliche Energiefreisetzung pro Zeiteinheit erforderlich. Nach der allgemeingültigen Auffassung über die energetische Absicherung maximaler sportlicher Leistungen durch die unterschiedlichen Stoffwechsellmöglichkeiten in Abhängigkeit von der zeitlichen Dauer kommt dafür ausschließlich der alaktazide Stoffwechsel in Frage.

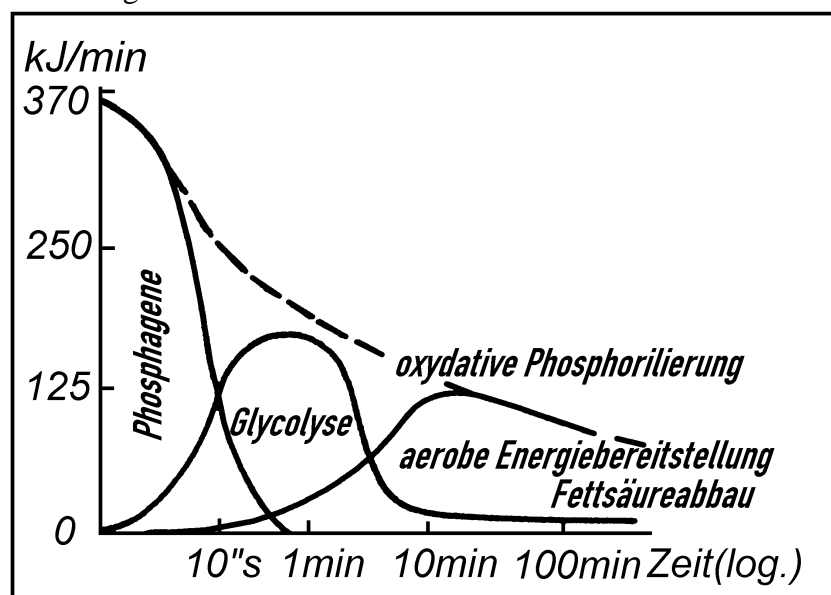


Abb.51: Allgemein verwendete Darstellung der Möglichkeiten zur Energiebereitstellung bei maximaler körperlicher Leistung in Abhängigkeit von der Zeit (Pahlke 1988, 71, Abb.2.4)

Diese Darstellung basiert auf der Erkenntnis, daß die durch den betreffenden Stoffwechselweg pro Zeiteinheit freisetzbare Energie (Energiedurchsatzrate) im umgekehrten Verhältnis zu seinem Energievorrat steht (Weineck 1990a, b, 40, Abb.13; Zintl 1988, 49, Tab.12; Sahlin 1986, 325, Tab.2; Küchler 1983, 134, Tab.4.1.; Margaria 1982, 31, Tab.1; Keul u.a. 1981, 384, Tab.3; Mc Gilvery 1975, 71, Abb.8; Di Prampero 1973, 11, Tab.2).

Tab.1: Wechselverhältnis zwischen Energiefreisetzung pro Zeiteinheit (Energiedurchsatzrate) und Energiemenge bei unterschiedlichen Stoffwechselwegen (Pahlke 1988, 60, Tab.2.4)

Substrat	Vorhandene Menge mmol~P pro kg	Durchsatz in Prozent des Maximums (Verfügbarkeit)	Maximale Dauer des Einsatzes
Phosphagene (ATP, CrP)	30	100	7-10s
Glycogen			
anaerob	270	30	40-90s
aerob	3000	15	bis 90min
Fettsäuren	50000	7,5	Stunden

Diese Auffassungen sind für azyklische schnellkräftige sportliche Bewegungen ausreichend und zutreffend. Für das Verständnis der Schnellkraftausdauerfähigkeit als zyklische Leistung im Kurz- und Mittelzeitausdauerbereich zeigen sich Unzulänglichkeiten bezüglich der Auffassung, daß der alaktazide Metabolismus auf 7-10 Sekunden Dauer beschränkt sei. Zunächst ist die Besonderheit der Bewegungsstruktur zu beachten. So ist z.B. im Rudern die alaktazide Energiephase 10 - 15 Sekunden (Roth 1987, 47) bzw. die Phase mit vorrangig alaktazider Energieabsicherung (Laktatwerte unter 4 mmol/l) 20 - 30 Sekunden lang (Mahlo 1979, 32), da hier ein ausgeprägter Wechsel von Belastung und relativer Erholung (Soforterholung) innerhalb der Wettkampfbewegung vorliegt. So verwundert es nicht, daß für diesen Stoffwechsel unterschiedliche Zeiten angegeben werden, da die weitverbreitete Zeitangabe von bis zu 10 Sekunden vordergründig auf Untersuchungen im leichtathletischen Sprint basiert. Noch erheblicher ist, daß die Vorstellung, der alaktazide Metabolismus sei nur auf den Start begrenzt von Bedeutung, verabsolutiert ist. Auf der Grundlage umfangreicher leistungsphysiologischer Untersuchungen kennzeichnet Roth (1987) die Beteiligung der unterschiedlichen Energiestoffwechselwege am Zustandekommen der sportlichen Leistung im Verlauf des Ruderwettkampfes.

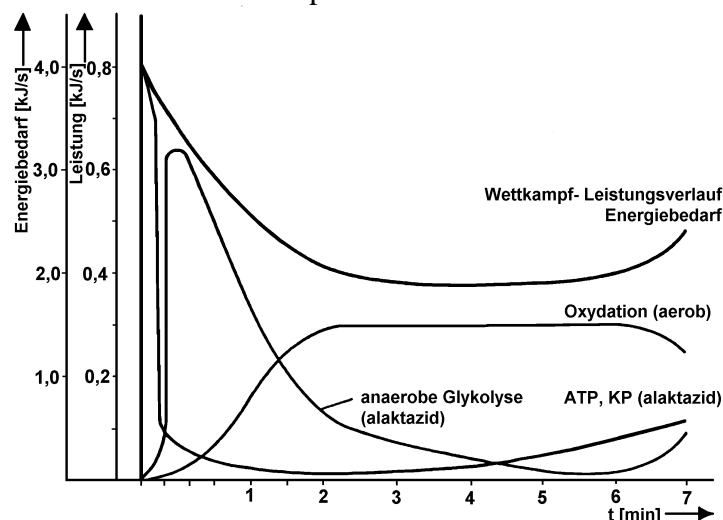


Abb.52: Quantitativer und zeitlicher Verlauf der Energiebedarfsdeckung im Ruderwettkampf durch alaktazide, laktazide und aerobe Energiekomponenten (Roth 1987, 52, Bild 31)

Damit ergänzt er die ursprüngliche Darstellung der unterschiedlichen energetischen Möglichkeiten von Keul/Doll/Keppler (1969), die den weiteren Verlauf der Energiebereitstellung durch Kreatinphosphat nach 30 Sekunden Belastung offen lassen (38, Abb.10). Allerdings herrscht auch bei ihnen die Vorstellung, daß die Muskeltätigkeit erlischt (a.a.O.) oder wie bei anderen Autoren, daß sie völlig durch andere Stoffwechselvorgänge abgelöst wird (Di Prampero 1973; Gerber u.a. 1979, 81, Abb.1).

Eine Erklärung für die undiskutiert widersprüchlichen Auffassungen besteht darin, daß die im Muskel in Form des Kreatinphosphats gespeicherten Energievorräte bei Belastungen mit maximaler Intensität (Kraft oder Geschwindigkeit), die nur in diesem Bereich möglich ist, in dem beschriebenen kurzen Zeitintervall aufgebraucht werden. Daran anschließend kann diese Intensität der Bewegung nicht mehr erhalten und muß der dann noch möglichen Energiebereitstellung (zunächst vorwiegend Glykolyse) angepaßt werden. Dabei erlischt jedoch die Energiebereitstellung durch Kreatinphosphat nicht, sondern bleibt in Form eines Fließgleichgewichtes auf einem, im Verhältnis zu den Möglichkeiten der Energiebereitstellung auf der Grundlage der Kreatinphosphatbevorratung, niedrigerem Niveau bestehen (Punkt u.a. 1990, 147-149; Buhl/Hörner/Böhme 1990, 119, Abb.4; Häcker/Hasart/Reichert 1987, 172; Schuster/Neumann/Buhl 1979, 239; Rapoport 1977, 683; Brecht 1973, 290). Bereits während der ausdauernden Belastung kann es in Abhängigkeit von der Intensität zu einer gegenüber dem Verbrauch überwiegenden Kreatinphosphatbildung und Reduzierung saurer Stoffwechselprodukte der Glykolyse kommen (Jakowlew 1977, 37), was erneute Intensitätssteigerungen (Zwischen- oder Endspurt) ermöglicht. Mit diesem Verständnis werden schematische Auffassungen zur energiestoffwechselmäßigen Trennung von Maximal- und Schnellkraftanforderungen einerseits und Kurz- und Mittelzeitausdaueranforderungen andererseits überwunden. Insofern sind Schnellkraft- und Schnellkraftausdaueranteile an Kurz- und Mittelzeitausdauerleistungen vom energetischen Standpunkt nicht von vornherein auszuschließen. Dies gilt auch für die Glykolyse. Ihre Rolle ist jedoch äußerst differenziert zu werten. In Abhängigkeit von der Zeitdauer der Belastung wechselt der quantitative Anteil an der Energiebereitstellung stark. Während in den Kurzzeitausdauerdisziplinen über die Glykolyse erheblich mehr Energie bereitgestellt wird als durch den alaktaziden Stoffwechsel, sinkt dieser Anteil in Richtung der Mittelzeitausdauerdisziplinen wie Rudern (2000 m) bis unter den Anteil der alaktaziden Energiebereitstellung (10% : 20%) ab.

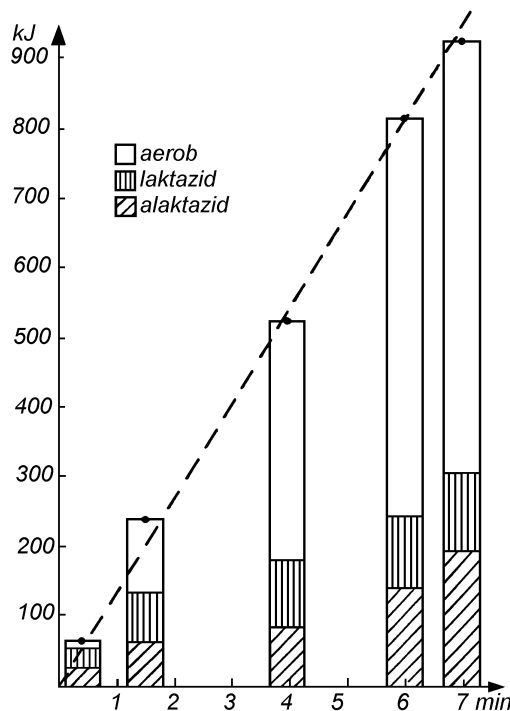


Abb.53: Durchschnittliche Anteile der Energiekomponenten (in kJ) an der Energiebedarfsdeckung in Abhängigkeit von der Zeitdauer einer maximalen Mittelzeitausdauerbelastung von Ruderern (Roth u.a. 1983, 111, Abb.5)

Ähnliche zeitabhängige Relationen der alaktaziden und laktaziden Energiebereitstellung in der Sauerstoffschuld fand Michailow (1973) im Radsport (371, Abb.1). Von einigen Autoren wird der Anteil der anaeroben Energiegewinnung, insbesondere der alaktazide Anteil, bei ausdauerbetonten sportlichen Leistungen völlig ignoriert. Sahlin (1986, 326) und Armstrong (1983, 18) weisen auf die Intensitätsabhängigkeit der Beteiligung des anaeroben Stoffwechsels an Ausdauerbelastungen hin. Im Unterschied zum alaktaziden Stoffwechsel, dessen volle Ausschöpfung im Wettkampf angeraten ist (Di Prampero 1973, 11), basiert die limitierende Möglichkeit des laktaziden Stoffwechsels für die energetische Absicherung von Ausdauerbelastungen, insbesondere vom Mittelzeitausdauerbereich an, neben seiner begrenzten Durchsatzrate und Kapazität in der eintretenden negativen Wechselwirkung seines Stoffwechselproduktes - des Laktats - mit dem in diesem Bereich Priorität genießenden aeroben Stoffwechsel. Die Behinderung der aeroben Energiegewinnung durch die Laktatbildung (Sahlin 1986, 332-333; Jagemann u.a. 1977; Senger/Donath 1977; Senger 1975) verbietet die volle Inanspruchnahme der Glykolyse vor dem Endspurt, da sonst der aerobe Energiestoffwechsel nicht optimal genutzt werden kann und somit Leistungseinbußen eintreten (Roth u.a. 1983, 110,112) oder im Extrem die Leistung völlig abgebrochen werden muß (Markworth 1984, 257; Schneider 1973, 380; Brecht 1973, 293). Die negative Auswirkung des Laktates auf die aerobe Energiebereitstellung kann auch durch Training nicht überwunden und kaum reduziert werden (Jagemann u.a. 1977). Deshalb gilt der laktazide Metabolismus allgemein als eng begrenzt trainierbar (Israel/ Lorenz 1975, 205). Wie beim alaktaziden Stoffwechsel stellt sich während der Belastung ein Fließgleichgewicht zwischen Laktatproduktion und dessen ebenfalls energieliefernder Elimination ein (Heck 1990, 23ff.; Häcker/Hasart/Reichert 1987), welche jedoch stärker als der alaktazide Stoffwechsel optimiert werden muß, um negative Auswir-

kungen, die nicht nur auf den aeroben Stoffwechsel begrenzt sind (Sahlin 1986, 331-332; Roth u.a. 1983, 112), zu minimieren.

Auf die aerobe Energiebereitstellung soll im Zusammenhang mit der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauer nicht eingegangen werden, da dieser Stoffwechselweg zwar bei Mittelzeitausdauerbelastungen das Primat hat, aber nicht vordergründig mit den zu behandelnden Fähigkeiten in Zusammenhang zu bringen ist. Hinzuweisen ist lediglich auf die bei intensiven Belastungen bevorzugte Verstoffwechselung des Glykogens gegenüber den Fetten. Die Angaben zum aeroben Stoffwechsel in der Literatur sind ansonsten detailliert und umfangreich. Ebenfalls nicht soll auf die Katalysierung der unterschiedlichen Stoffwechselbereiche eingegangen werden. Sie wird hier als implizierter Faktor der Energiebereitstellung behandelt, obwohl bei der hormonellen Regulation ein relativ eigenständiges System angesprochen werden kann, welches die Energiebereitstellung steuert und reguliert (vgl. Gerber u.a. 1975). Grundsätzlich sind im Zusammenhang mit den Trainingseffekten der Energiebevorratung auch analoge Effekte der enzymatischen Reaktionen zu beobachten (Appelt/Buhl/Häcker 1982; Jakowlew 1975, 136).

Außer der energetischen Absicherung der Muskelkontraktion ist deren elektromechanische Ankopplung von Interesse. Israel/Lorenz (1975) weisen darauf hin, „daß der anaerobe Stoffwechsel stark reagiert, weil eine gute Schnellkeitsmotorik vorhanden ist und nicht umgekehrt!“, (205). Besonders interessant ist im Zusammenhang mit der energetischen Anpassung an schnellkräftige bzw. schnellkraftausdauernde Anforderungen das Untersuchungsergebnis von Roth/Schwanitz/Pas (1987). Bei Untersuchungen am Ruderergometer (Ruderer) zeigte sich, daß bei gleicher geleisteter Arbeit bzw. Impulssumme (Kraftausdaueranforderung) mit der Steilheit des Kraftanstieges auch die Intensität in Form von Laktat und Hf stieg (167-168). Äußerlich ähnliche bzw. konstant erscheinende Kraftausdaueranforderungen können demzufolge auf gravierend unterschiedlichen metabolischen Voraussetzungen basieren. Demnach rückt die Frage nach der Qualität der Muskelkontraktionen neben deren energetischer Absicherung besonders die Qualität der Innervation, also des elektrischen Reizes, in den Blickpunkt des Interesses. Insbesondere der Vergleich von auslösendem elektrischen Reiz und der Kontraktionsantwort des Muskels können über die notwendige Qualität der nervalen Ansteuerung schnellkräftiger und schnellkraftausdauernder Muskelkontraktionen Auskunft geben. Während die grundlegenden physiologischen Zusammenhänge der elektromechanischen Ankopplung relativ übersichtlich sind, gestaltet sich der Erkenntnisgewinn zu differenzierten Fakten der bioelektrischen Ansteuerung und entsprechender Kontraktionsantworten schwieriger.

Bekannt ist die Steigerung der elektrischen Muskelaktivität (Amplitude und/oder Frequenz) mit ansteigender Intensität der Willkürinnervation (Küchler 1983, 56ff.). Ikai/Yabe/Ischii (1967) wiesen die Abhängigkeit des Kraftmaximums von der Spannungsgröße des elektrischen Reizes (198) und der Frequenz (201) nach. Mit der direkten elektrischen Reizung des Muskels konnten ausnahmslos höhere Kraftwerte erzeugt werden als bei willkürlicher Kontraktion (a.a.O., 198). Diese Differenz erhöhte sich beim Vergleich der Kraftwerte von wiederholten Krafteinsätzen (100 WH und darüber) mit elektrischer Reizung und willkürlicher Kontraktion (201-202).

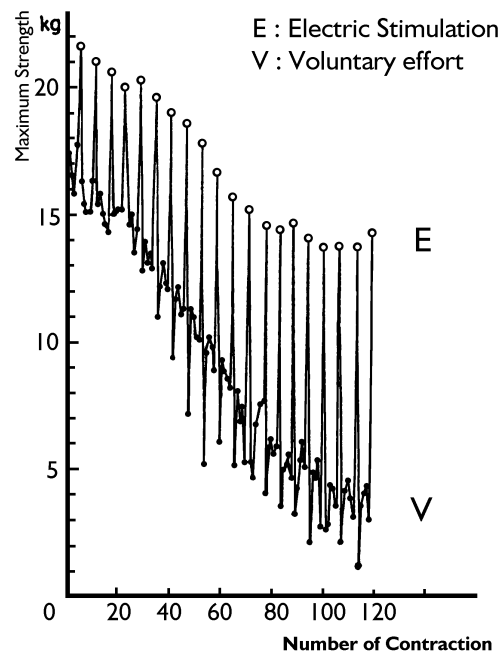


Abb.54: Maximale Kraftwerte bei willkürlich und elektrisch ausgelöster Muskelkontraktion im Verlauf ermüdender Kraftausdaueranforderungen (Ikai/Yabe/Ischii 1967, 201, Abb.4)

Diese Differenzen der Kontraktionskraft zwischen willkürlicher und elektrischer Muskelstimulation werden besonders interessant, wenn auf die Untersuchungsergebnisse von Ikai/Steinhaus (1961) hingewiesen wird, welche belegen, daß die willkürlichen Kontraktionskräfte unter dem Einfluß von Hypnose und Streß gesteigert werden können. Eine ähnliche Auffassung vertritt Hettinger (1983) mit der autonom geschützten Reserve, deren Mobilisationsschwelle trainingsabhängig ist (61-62). Nach Fukunaga (1976) erfolgt die Steigerung der Maximalkraftfähigkeit im Verlauf des Trainingsprozesses zunächst durch die Verbesserung der intramuskulären Koordination und erst im Anschluß daran durch die Muskelhypertrophie (265) bzw. Hyperplasie, welche jedoch umstritten ist.

Bezüglich der Schnellkraftfähigkeit erhielt die Einschätzung der neurophysiologischen Voraussetzungen des Nerv-Muskel-Systems mittels Vergleich von Dynamogramm und EMG durch die Arbeiten von Wyssotschin (1979) und Masalgin/Uschakow (1979) wesentliche Anstöße. Sie setzten sich besonders mit den Beziehungen zwischen dem Kraftanstiegsverhalten (Dynamogramm) und der bioelektrischen Aktivität (EMG) auseinander. Dadurch wird eine erste Orientierung in der Vielzahl der Parameter erreicht. Während bei Wyssotschin das EMG vorrangig zusätzliche Informationen zu einer Vielzahl differenzierter und komplexer Parameter des Kraftanstiegs- und Erschlaffungsverhaltens liefert, bemühen sich Masalgin/Uschakow stärker um Informationen aus dem EMG bezüglich der Schnellkraftfähigkeit.

In diesem Zusammenhang ist auf die zahlreichen Experimente und Untersuchungen mittels Elektromyostimulation bis hin zur Bewegungsstimulation innerhalb der Wettkampfbewegung hinzuweisen, die trotz der intensiven Reaktion der Muskulatur den gravierenden Nachteil der mangelnden oder fehlenden Willkürmotorik noch nicht überwinden konnten.

Die aussagefähige Analyse der bioelektrischen Aktivität in Form des EMG als Basis gesicherter Rückschlüsse ist an die Berücksichtigung der zahlreichen Einflußfaktoren gebunden. Zunächst ist zu beachten, daß das EMG die elektrische Aktivität für den

gesamten Muskelquerschnitt anzeigt, also ein relatives Maß der Innervationsstärke ist (Küchler 1983, 57-58; Brecht 1973, 299). Die Kontraktionsbedingungen müssen klar definiert sein, da bereits bei einfachen Bewegungen erhebliche Unterschiede im Einsatz verschiedener Muskelgruppen auftreten. Aus diesem Grund besteht eine Grundunsicherheit der Interpretation von EMG-Variationen in der Unterscheidung von verschiedenen Fähigkeiten zur Realisierung einer Bewegungsaufgabe auf der Basis einer konstanten sportlichen Technik und unterschiedlichen bewegungsstrukturellen Realisierungsmöglichkeiten auf der Basis einer konstanten Fähigkeit. Diese Unterschiede gehen nicht aus dem EMG selbst hervor, sondern müssen über den Vergleich mit anderen Bezugsgrößen und die Testauthentizität gesichert werden. Bei den üblichen Ableitungen über Hautelektroden sind außerdem die Einflüsse der Haut und des darunter liegenden Gewebes zu berücksichtigen (Küchler 1983, 54, 61), so daß differenzierte Aussagen, die auf interindividuellen Vergleichen basieren, relativ schwierig sind und über Relativwerte erlangt werden.

Obwohl noch nicht alle Erscheinungen des EMG plausibel erklärt werden können, wie z.B. das von Schmidtbleicher (1980, 94-95) beobachtete sporadische Auftreten von Innervationspausen („silent periods“- vgl. auch Küchler 1983, 92) mehrerer Muskeln bei isometrischer schnellkräftiger Kontraktion, die von anderen Autoren auch in Vorinnervationsphasen also vor Kontraktionsbeginn beobachtet wurden, zeigen sich insgesamt enge Beziehungen zwischen EMG und Dynamogramm (Person 1974, 102ff.; Shukow 1974, 68). Auf die erwähnten Besonderheiten im EMG soll im Kapitel 4.3.5.3. eingegangen werden.

Als wesentlich erscheint weiterhin, daß die bioelektrische Aktivität eine deutliche Trainingsanpassung zeigt. Dies äußert sich darin, daß infolge von Krafttraining gleiche Kraftwerte mit geringerer bioelektrischer Aktivität erreicht werden (Komi 1986, 517). Außerdem zeigt sich bei etwa gleichhohen Kraftäußerungen, aber unterschiedlicher Kontraktionsweise, auch eine unterschiedliche Höhe der bioelektrischen Aktivität (Stoboy 1982, 69-71), die von der konzentrischen über die isometrische bis zur exzentrischen Kontraktionsweise abnimmt (Küchler 1983, 58-59). Analog sind bei gleicher bioelektrischer Aktivität die zu registrierenden Kraftwerte bei exzentrischer Kontraktion am höchsten und bei der konzentrischen Kontraktion am niedrigsten.

Der Vergleich von definierten Kraftausdauerbelastungen und den Veränderungen der bioelektrischen Aktivität lassen auch Einschätzungen zum Niveau der Kraftausdauerfähigkeit mittels Kraftausdauerquotient der elektrischen Aktivität zu (vgl. Rühl/Wittekopf 1984, 103). Für die Schnellkraftfähigkeit (Kraftanstieg) erwiesen sich verschiedene Parameter des EMG als besonders bedeutsam. Dies sind die EMG-Amplitude (Rühl/Wittekopf 1985, 140; Rühl/Wittekopf 1984; Rühl/Kraus 1986), der relative EMG-Anstieg (Strass/Schenk 1990, 36) und die Amplitude der negativen Halbwelle (Masalgin/Uschakow 1979, 365-366). Dietz (1985) weist darauf hin, daß neben der Rekrutierung über die Spannungshöhe auch die Frequenzmodulation kraftregulierend wirkt und zumindest einen bestimmten Optimalwert erreichen muß (20-21). Im Zusammenhang mit ihren Untersuchungsergebnissen weisen Masalgin/Uschakow (1979) darauf hin, daß die Anstiegsgeschwindigkeit der Muskelspannung bei unregelmäßiger Impulsation, z.B. bei Doppelimpulsen zunimmt (366). Schmidtbleicher (1987) verweist darauf, daß infolge von Krafttraining mit maximalen Krafteinsätzen die bioelektrische Innervation und damit die Kraftanstiegsgeschwindigkeit steigen (363-364). Für eine zielgerichtete Wertung der bioelektrischen Aktivität in Form des EMG ist die Zuordnung zu inter- und intramuskulären Koordinationsvor-

gängen (Wittekopf/Rühl 1984, 229ff.) wichtig, um fehlerhafte Ableitungen zu vermeiden.

Die Differenzierung der bioelektrischen Aktivität bezüglich der Amplitude und der Frequenz führt relativ geradlinig zur Differenzierung des Muskelfaserspektrums als dem biologischen Korrelat der Kontraktionsantwort. Die Differenzierung der Muskelfasern ist unter mehreren Aspekten möglich und gängige Praxis. Während anatomische Gliederungen, z.B. nach der Farbe, relativ früh vorgenommen werden konnten, sind Differenzierungen nach physiologischen Gesichtspunkten recht jung. Unter der zu behandelnden Thematik ist die Differenzierung nach der Kontraktionsgeschwindigkeit besonders relevant. Danach sind zumindest zwei Skelettmuskelfasertypen, nämlich a) schnelle (fast twitch) und b) langsame (slow twitch) Fasern, zu unterscheiden (Karlsson u.a. 1975, 358; Piehl 1975, 34). Tatsächlich unterscheidet sich bei Sportlern mit hohem Leistungsniveau, aber unterschiedlicher Spezialisierung (MK/SK-Sportarten - Ausdauersportarten), auch die Ausstattung mit schnellen und langsamen Fasern signifikant voneinander.

Neben der Kontraktionsgeschwindigkeit unterscheiden sich die schnell und langsam kontrahierenden Muskelfasern durch weitere Charakteristika voneinander. Howald (1989) stellt einige wesentliche gegenüber.

Tab.2: Unterschiedliche Kontraktionseigenschaften von schnellen (Typ II) und langsamen (Typ I) Skelettmuskelfasern (Howald 1989, 18, Tab.1)

	Typ I	Typ II
Kontraktionszeit	99 - 140ms	40 - 88ms
Ermüdungsindex	0,8 - 1,2	0 - 0,8
maximale Spannung	4,6 - 15 g (Mittelwert 12 g)	4,6 - 203,6 g (Mittelwert 25 g)
mittlere Leitungsgeschwindigkeit der Membranen	2,5 m/s	5,4 m/s
ATPase-Aktivität pro mg Myosin (Kaninchenmuskel)	4 nmol P_i/min	9 nmol P_i/min

Daraus wird ersichtlich, daß die Differenzierung in schnelle und langsame Muskelfasern komplexer ist als nur nach der Kontraktionsgeschwindigkeit. Außer der unterschiedlichen Ermüdungsresistenz, der Muskelzugspannung, der Leitungsgeschwindigkeit und der Myosin-ATPase-Geschwindigkeit ist auf die unterschiedliche Reizschwelle von schnell und langsam kontrahierenden Muskelfasern hinzuweisen, die bei den schnell kontrahierenden deutlich höher liegt (Burke/Edgerton 1975). Hinzu kommt weiterhin die Differenzierung nach dem Energiestoffwechsel. Während die langsam kontrahierenden Muskelfasern relativ einheitlich oxydativ energetisch abgesichert sind (STO), zeigt sich bei den schnell kontrahierenden Fasern eine starke Differenzierung in oxydative und glykolytische Stoffwechselanteile (FTO und FTG), so daß von den meisten Autoren mindestens drei Muskelfasertypen unterschieden werden. Burke/Edgerton (1975) verdeutlichen die Unterschiede an Hand einer schematischen Darstellung der Unterschiede auf der Basis ihrer Ergebnisse aus Tierversuchen, die in diesem Fall prinzipiell auf den Menschen anwendbar sind.

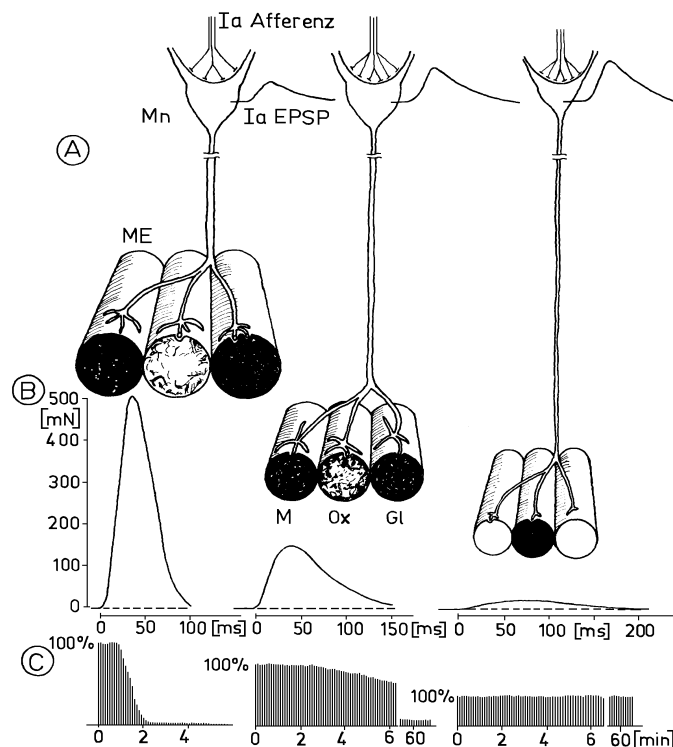


Abb.55: Vergleich wesentlicher Charakteristika unterschiedlicher motorischer Einheiten (Burke/Edgerton 1975)

In diesem Vergleich bedeuten

- A - relative Größenverhältnisse,
- B - typische isometrische Einzelzuckungen der motorischen Einheiten und
- C - Ermüdbarkeit im Verlauf periodischer Reizung.

Daraus wird auch ersichtlich, daß das Kontraktionsverhalten der Skelettmuskelfaser Ergebnis der Eigenschaft der gesamten motorischen Einheit ist, also auch durch das zugehörige Motoneuron, die Nervenfasern und Synapsen determiniert ist. Die Eigenschaften der Muskelfasern sind richtiger als Eigenschaften der motorischen Einheiten zu benennen. In diesem Zusammenhang ist weiterhin zu beachten, daß neben der Differenzierung der qualitativen Bestandteile der motorischen Einheiten auch die Faseranzahl differiert, die durch ein Motoneuron aktiviert wird. So innerviert das Motoneuron einer schnellen motorischen Einheit nicht nur Fasern mit einem höheren Querschnitt, sondern auch erheblich mehr Muskelfasern als ein Motoneuron einer langsamen motorischen Einheit, so daß schnelle motorische Einheiten die 10- bis 50-fache Kraft von langsamen motorischen Einheiten in kürzeren Zeitintervallen entwickeln können (Gerber/Feustel 1978, 41).

Für schnellkräftige Bewegungen ist das biologische Korrelat schnelle motorische Einheit besonders prädestiniert. Neumann/Scharschmidt (1978) halten es jedoch für theoretisch möglich, die bei Ausdauersportlern vorherrschend vorhandenen ST-Fasern durch eine veränderte nervale Ansteuerung zu höheren Impulsen zu veranlassen (66). Für eine realistische Bewertung der Möglichkeiten langsam kontrahierender Fasern zur Erbringung schnellkräftiger Leistungen sei an dieser scheinbar unpassenden Stelle auf einen Vergleich der betreffenden Kraft-Zeit-Kurven mit den hier zu diskutierenden Angaben über diese Faserart verwiesen! Dabei wird schnell deutlich, daß grundsätz-

lich unterschiedliche Muskelfaserausstattungen an extrem unterschiedliche Belastungsregime gebunden ist.

Neben einer selektiven Aktivierung unterschiedlicher motorischer Einheiten ist der relativ fixe Rekrutierungsmechanismus des Muskelfaserspektrums mit seinen differenzierten Möglichkeiten zur unterschiedlich hohen prozentualen Kraftabgabe zu beachten, den man in Anlehnung an Costill/Sharp/Troup (1980) als Rampeneffekt bezeichnen kann.

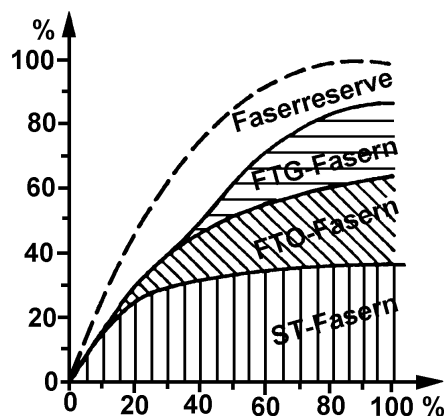


Abb.56: Grundsätzliches Rekrutierungsprinzip des Muskelfaserspektrums (Costill/Sharp/Troup 1980)

Ehlenz/Grosser/Zimmermann (1985) ergänzen dieses Faserrekrutierungsmodell nach der Krafteinsatzhöhe durch ein Modell der Faserrekrutierung nach der prozentualen Anspannungsgeschwindigkeit.

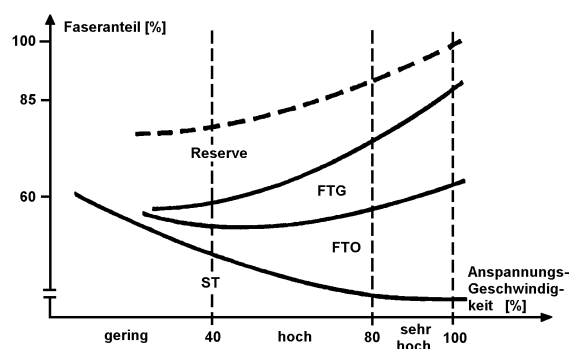


Abb.57: Grundsätzliches Rekrutierungsmodell des Muskelfaserspektrums nach der Kontraktionsgeschwindigkeit (Ehlenz/Grosser/Zimmermann 1985, 40, Abb.18)

Brzank/Pieper (1985) stellen die Kraft-Geschwindigkeits-Beziehung des biologischen Substrats, also von ST- und FT-Fasern, und die resultierende maximale Leistung einander gegenüber (funktionelle Beziehung).

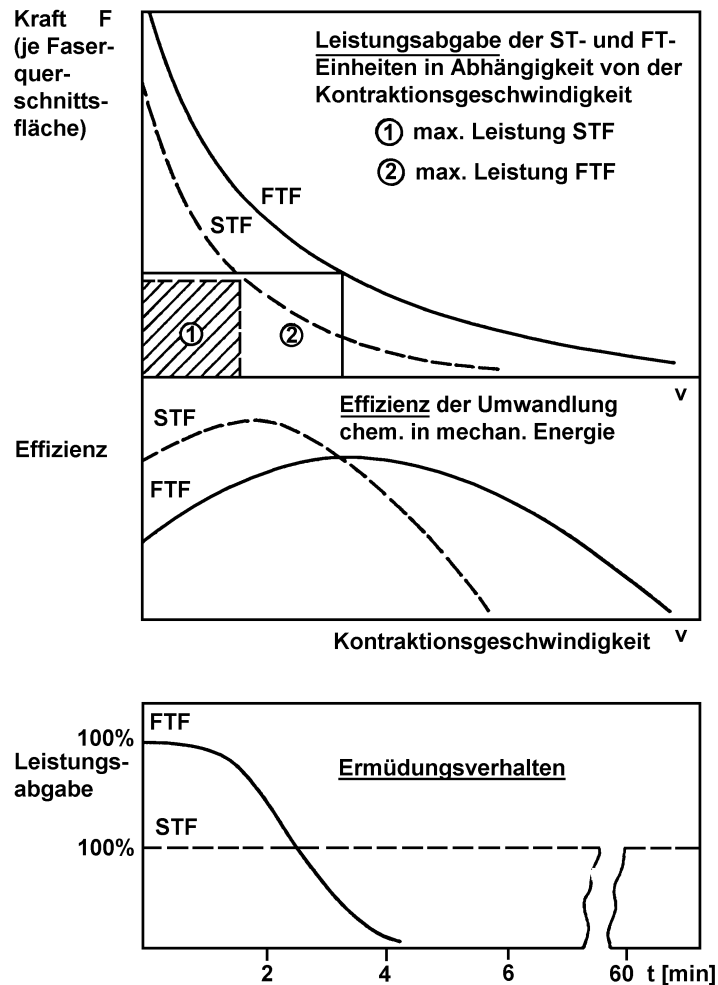


Abb.58: Vergleich der Kraft-Geschwindigkeits-Beziehung und der resultierenden maximalen Leistungsabgabe im Vergleich von FT- und ST-Fasern (Brzank/Pieper 1985, 131, Abb.1)

Während der Aspekt der Kontraktionsgeschwindigkeit und auch z.T. der Krafteinsatzhöhe besonders die FT-Fasern in das Zentrum des Interesses rückt, orientiert der Aspekt der Krafteinsatzhöhe und der Aspekt des zyklischen Krafteinsatzes auf die Einbeziehung des gesamten Faserspektrums, weil die Lösung der Gesamtaufgabe nur mit Hilfe aller verfügbaren Muskelfasern möglich und sinnvoll ist. Für die Realisierung von Schnellkraftausdauer- bzw. Kurz- und Mittelzeitausdauerleistungen kommt nur eine differenzierte Nutzung des gesamten Muskelfaserspektrums in Betracht. Dazu bietet sich ein erneuter Hinweis auf die Ergebnisse von Roth/Schwanitz/Pas (1987) an. Sie untersuchten die Wirkungen differenter Kraft-Zeit-Verläufe im Rudern (vorder-, mittel- und endzugbetonter Schlag - veränderte Anstiegssteilheit der Kraft) unter sonst vergleichbaren Bedingungen.

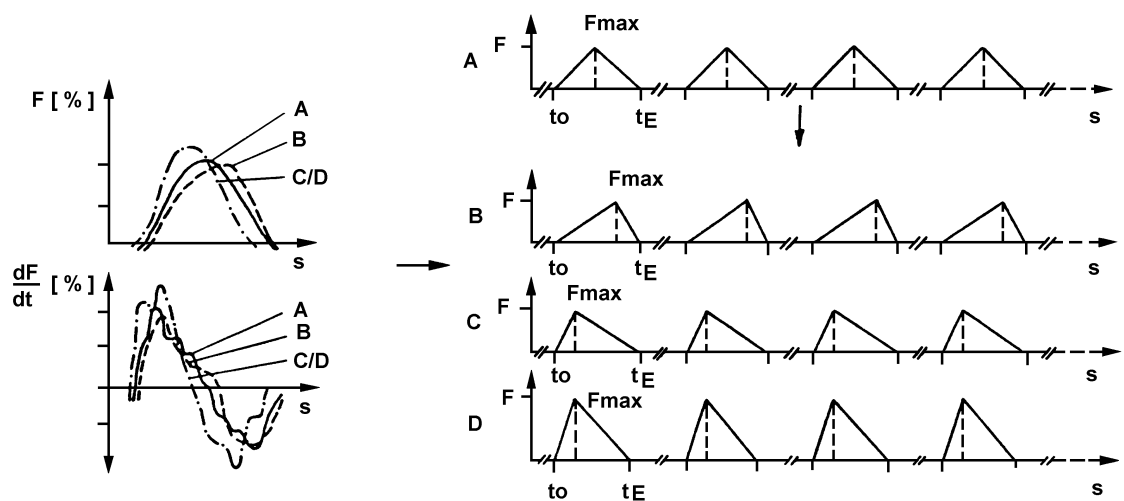


Abb.59: Differente Kraft-Zeit-Verläufe bei zyklischen Krafteinsätzen mit annähernd konstanter Zyklusfrequenz, gering streuender Bewegungsamplitude, relativ gleichbleibender Krafteinsatzdauer und gleicher Arbeits- bzw. Impulssumme (Roth/Schwanitz/Pas 1987, 167, Abb.1)

Diese differenzierten Krafteinsätze führten sowohl kurz- als auch langfristig zu unterschiedlichen Anpassungen. Diese reichen von den bereits erwähnten metabolisch unterschiedlichen Wirkungen (A/B - aerobe Adaptationsrichtung, C/D - deutlich stärkere anaerobe Adaptationsrichtung; a.a.O., 167) bis zu unterschiedlichen Wirkungen auf die Muskelzellen (a.a.O., 167; Roth/Pas 1986, 13). Demnach sind Interpretationen biologischer Anpassungen bis hin zum biologischen Substrat - der Muskelzelle - durch relativ globale Kennziffern der Belastungsanforderungen der sportlichen Leistung zu undifferenziert (Neumann/Gerber/Kippke 1977, 66-67; Roth/Pas 1986, 13). Hier zeigt sich die enge Verbindung biomechanischer und biologischer Erscheinungen auf unterschiedlichen Ebenen. So erfordert die Wertung differenzierter biologischer Erkenntnisse von der neuromuskulären Ansteuerung über die Feinstruktur (Faserverteilung) und die Energiestoffwechselwege bis zum Kontraktionsverhalten der Muskulatur auch differenzierte Kenntnisse der trainingsmethodischen Einflüsse (Neumann/Gerber/Kippke 1977, 60-61, Abb.3). Für die Schnellkraftausdauerfähigkeit wären dies adäquate Erkenntnisse über Charakteristika des repräsentativen Einzelzyklus. An dieser Stelle ist auch die Frage nach Kraftausdauer- oder Schnellkraftausdauerfähigkeit als konditionelle Grundlage der betreffenden sportlichen Leistung zu entscheiden (Neumann/Scharschmidt 1978, 76).

4.3.5.3. Handlungsregulativ-motorische Aspekte der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit

In Ergänzung des biomechanischen und biologisch-physiologischen Aspektes soll unter dieser Überschrift auf handlungsregulative Besonderheiten bei Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerleistungen hingewiesen werden. Obwohl die handlungstheoretischen Ansätze in ihrer Komplexität, insbesondere die auf Rubinstein (1962) und Galperin (1966, 1967) zurückgehende Gliederung der Handlungsstruktur, weitgehend der angestrebten Komplexität im trainingsmethodischen Vorgehen entsprechen, sollen diese selbst und die unterschiedlichen Auffassungen dazu auf Grund der hohen Abstraktion und der damit verbundenen geringen Beitragsfähigkeit zur vorliegenden Thematik nicht diskutiert werden. Von besonderem Interesse sind hier die neurophysiologischen bzw. psychischen Komponenten und davon wiederum die Ausführungsregulation (Hacker 1986, 71) bzw. die Koordination (Pöhlmann 1986 21, Bild 5).

Zunächst erscheint die Tatsache wesentlich, daß die Geschwindigkeit selbst nicht unmittelbar sensorisch wahrgenommen werden kann, da kein adäquater Rezeptor im menschlichen Organismus existiert (Bernstein 1988, 189). Diese Aussage widerspricht nicht den sinnesphysiologischen Angaben über Haut- und Gelenkrezeptoren zur Wahrnehmung der Geschwindigkeit (Schmidt 1980, 233-238; Gikalov 1983, 242; Henatsch/Langer 1983, 20). Die Wahrnehmung der Geschwindigkeit geschieht über die Rezeption direkt oder indirekt eindeutig von der Geschwindigkeit abhängiger Variablen. Dabei werden die nach endlich kleinen Zeitintervallen fortlaufenden Rezeptionen nach dem Prinzip der „frischen Spuren“ miteinander verglichen (Bernstein 1988, 190). Für die Realisierung von Schnellkraft- und Schnellkraftausdaueranforderungen sind neben den Voraussetzungen zur schnellen Bewegungsausführung auch die Aufnahme, Unterscheidung, Leitung und Verarbeitung von Informationen über die geschwindigkeitsabhängigen bzw. geschwindigkeitsbedingenden Variablen von grundlegender Bedeutung. Da dies je nach Aufgabe unterschiedliche Parameter und damit Rezeptoren sein können, handelt es sich um ein relativ generelles qualitatives Problem der Informationsaufnahme und -verarbeitung. Für eine Darstellung der ausfühungsregulativen Besonderheiten von Schnellkraft- und Schnellkraftausdaueranforderungen wird üblicherweise zur Verdeutlichung auch gradueller Unterschiede in geführte und ballistische Bewegungen unterschieden. Aus handlungsregulativer Sicht wird bei geführten Bewegungen jede Phase durch Reafferenzen in Laufzeitabständen korrigiert (Hacker 1986, 370), während dies **bei ballistischen Bewegungen auf Grund ihrer biomechanischen Besonderheiten, der Ausführung unter Zeitdruck, der Bewältigung hoher Massen oder hoher Geschwindigkeiten nur z.T. oder gar nicht möglich ist** (Bernstein 1988, 191; Person 1974, 124). Die differenzierte handlungsregulative Sicht von Ursachen, welche die Ausführungsregulation einschränken, relativiert eine Vielzahl von Klassifizierungen der Bewegungen in geführt und ballistisch und zeigt den schematischen Charakter dieser und auch weiterer nach anderen Aspekten vorgenommener Einteilungen auf.

Bei starker Abstraktion erscheint die Ruderbewegung aus handlungsregulativer Sicht auf Grund ihrer langen Zyklusdauer (im Wettkampf ca. 1,8s) und der relativ geringen Bewegungsgeschwindigkeit als eine typische geführte Bewegung. Unter der eingrenzenden Sicht einer Realisierung kraftausdauernder oder schnellkraftausdauernder Krafteinsätze gegen ein Widerlager der Kraftwirkung zur Erzeugung einer hohen Bewegungsgeschwindigkeit und damit auch eines hohen Vortriebes des Bootes im Mittel der Wiederholungszahl entstehen jedoch Widersprüche, da außer der mechani-

schen alle oben aufgeführten Ursachen von Einschränkungen der Bewegungsregulation im Ruderdurchzug zu finden sind, was im Freilauf nicht der Fall ist.

Bei der biomechanischen Analyse der Durchzugsbewegung (ca. 1s) erweist sich diese in Phasen gegliedert, welche sequenziell ablaufen und das Handlungsergebnis bestimmen. Dabei können auch zu Beginn des Durchzuges (Vorderzug) entstehende Defizite nur sehr begrenzt oder überhaupt nicht kompensiert werden. Den differenzierten Vorgängen im Ruderdurchzug kann mit der Einteilung in geführte und ballistische Bewegungen nicht entsprochen werden, so daß nicht an dieser Klassifizierung als Grundlage eines Vergleiches mit handlungsregulativen Möglichkeiten von Sportlern bei der Differenzierung ihres Krafteinsatzes festgehalten wird.

Neben der Unterscheidung in geführte und ballistische ist auch die in azyklische und zyklische Bewegungen von Bedeutung für die Handlungsregulation, da bei den zyklischen Bewegungen Regulationsleistungen in der Folgebewegung in Frage kommen, die durch das Handlungsergebnis der vorangegangenen Bewegung (Zyklus) determiniert sind!

Auf der Grundlage voneinander unabhängiger Untersuchungsergebnisse verschiedener Autoren weist Bernstein (1988) darauf hin, daß die unteren Frequenzschwellen unterschiedlicher Rezeptoren (optischer, akustischer sowie Korrekturimpulse beim Vollzug unterschiedlicher Bewegungen) weitgehend der Frequenz der Alpha-Wellen im EEG entsprechen (190-191). Die Angabe der Frequenz der Alpha-Wellen von 8-14Hz erfolgt auch von anderen Autoren (z.B. Schmidt 1987, 284). Resultierend aus dieser Frequenz gibt Bernstein Zeitintervalle für den Vergleich der „frischen Spuren“ von 0,07 - 0,12 Sekunden an. Die, wenn auch hypothetische, Angabe dieser Zeitspanne ist von einiger Bedeutung für die Regulation von Bewegungen, da hiermit universell gültige Grenzen für die zeitliche Erfassung von Veränderungen und damit entsprechender Reaktionen benannt werden. Für derartige zeitliche Angaben gibt es sowohl übereinstimmende als auch abweichende Werte anderer Autoren. Erklärend für derartig unterschiedliche Angaben ist zu berücksichtigen, daß für unterschiedliche Regulationen auch unterschiedliche Zeitspannen benötigt werden. Für eine Bestätigung der Hypothese von Bernstein über eine Verbindung von EEG-Alpha-Wellen und Korrekturimpulsfrequenzen an der gemeinsamen Endstrecke muß eine Reafferenz bis zum ZNS (EEG) vorausgesetzt werden. Die kürzeste Zeit für das Durchlaufen einer solchen Schleife (long loop) gibt Schmidt (1988) mit 50-80ms an (177, Tab.6-2). Dabei sind nur geringfügige Regulationen im Rahmen des bestehenden Bewegungsprogrammes möglich. Als weitere sehr kurzfristige Korrekturmöglichkeit erwähnt Schmidt (1988) ausgelöste Reaktionen (triggered reactions) mit einer Laufzeit von 80-120ms (177, Tab.6-2). Hierbei handelt es sich um bereits vorstrukturierte Koordinationsaktionen, die nur noch ausgelöst werden. Diese sind charakteristisch für zyklische Bewegungen (a.a.O., 175)! Beide Regulationsmechanismen korrespondieren mit der von Bernstein (1988) hypothetisch angegebenen Zeitspanne (70-120ms). Für Regulationen, die eine Veränderung des Bewegungsprogrammes erfordern, besteht ein erheblich höherer Zeitbedarf, der über die von Bernstein angenommenen Möglichkeiten hinausgeht. Schmidt (1988) gibt einen Mindestzeitbedarf von 120-200ms an (235). Andere Autoren geben den Mindestzeitbedarf für exterozeptiv geführte Bewegungen mit 200ms an (Roth 1982, 78; Voß/Krause 1991, 24). Bei dem von Bernstein (1988) angenommenen Prinzip der frischen Spuren handelt es sich demnach offensichtlich um eine universelle „innere physiologische Uhr“ (191) auf interozeptiver Basis. Erfordernisse für Bewegungsprogrammänderungen werden dagegen vorrangig exterozeptiv bewußt und erlauben so Entscheidungen höherer Priorität, sind aber auch mit einem

höheren Zeitbedarf verbunden. Hier fügt sich auch der Fakt ein, daß die EEG-Alpha-Wellen bei geöffneten Augen überlagert werden (Schmidt 1987, 284).

Für Bewegungen oder Teilbewegungen mit hohem Krafteinsatz, hoher Geschwindigkeit, hoher Variabilität dieser Größen oder geringer Zeitdauer folgt eine begrenzte oder unmögliche Regulation (closed loop) über interne Rückkopplungen (Feedback), die ohnehin nur z.T. bewußtseinsfähig sind (Hacker 1986, 358,374), sondern eine Steuerung (open loop) über intern vorliegende Programme und anschließend resultative Rückkopplungen (Singer 1985, 163). Hier besteht das offensichtliche Problem der Erlangung von Bewegungsverlaufsinformationen! Solche Programme für schnelle Bewegungen sind augenscheinlich im Kleinhirn gespeichert (Ganong 1974, 179; Henatsch 1976b, 404-405; Strata 1976, 458-459; Küchler 1983, 118; Markworth 1984, 116; Schmidt 1987, 196) und werden durch den relativ allgemeinen Bewegungsentwurf abgerufen und anschließend über den motorischen Kortex hierarchisch realisiert (Küchler 1983, 118; Schmidt 1987, 200-202).

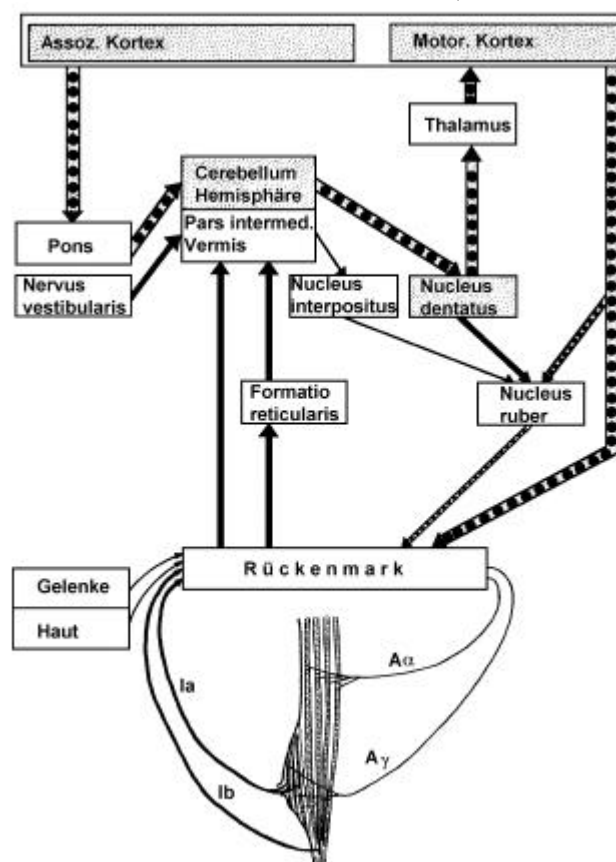


Abb.60: Schema des Zusammenwirkens supraspinaler und spinaler motorischer Zentren bei schnellen Willkürbewegungen mit dem Kleinhirn als Bewegungsprogrammspeicher (Küchler 1983, 118, Abb.3.34)

Derartige Prozesse laufen vor der Bewegung ab und sind deshalb im EEG als sogenanntes Bereitschaftspotential nachweisbar (Küchler 1983, 119,125; Pickenhain/Beyer/Meischner 1985, 226-227; Schmidt 1987, 200-202). Diese langsamen Rindenpotentiale (LRP) unterscheiden sich auch vor Bewegungsbeginn bei unterschiedlicher (schnell - genau) Bewegungsausführung.

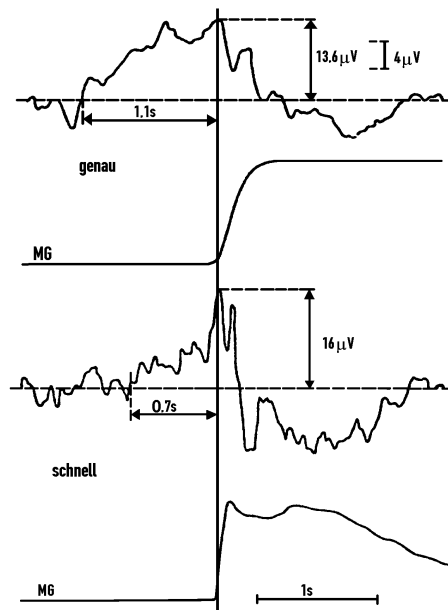


Abb.61: Unterschiede langsamer Rindenpotentiale bei unterschiedlicher Handlungsanweisung (genau oder schnell - Beyer/Schober/Schumann 1986, 27-28)

sowie bei bekanntem Zeitpunkt der Bewegung (Aktion) und der Reaktion auf ein Signal (Reaktion)

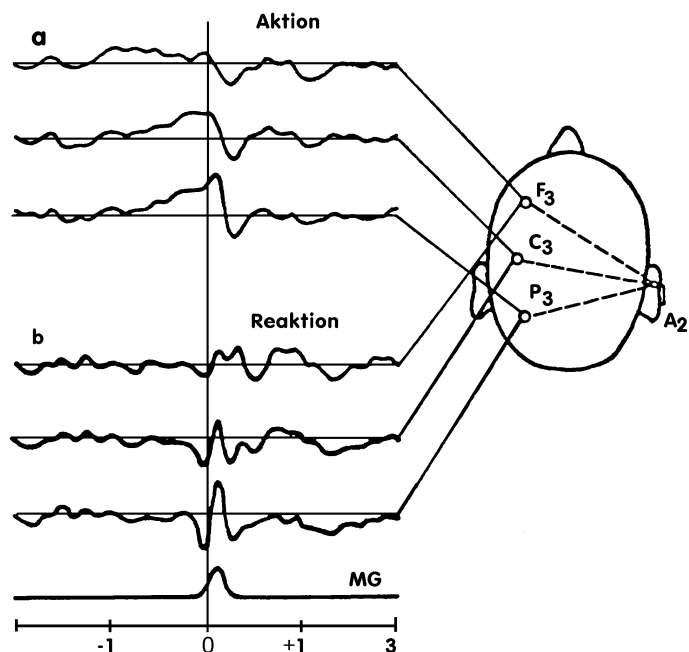


Abb.62: Unterschiede langsamer Rindenpotentiale bei frei wählbarem Zeitpunkt der Bewegung (a) und bei unmittelbarer Reaktion auf ein Signal (b - Beyer/Schober/Schumann 1986, 28)

Für zyklische automatisierte Schnellkraft- bzw. Schnellkraftausdauerleistungen sind hiernach antizipierte Führungssollwerte typisch, deren Einsatz Bernstein (1988) als vorherige oder präliminare Korrektur oder Impulsdosierung (133-134) oder Bewegungen mit Vorhalten (191) bezeichnet. Im Verlauf der betreffenden Bewegung oder Bewegungsteile sind nur Sekundärkorrekturen möglich (a.a.O., 134).

Da die Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerleistungen unter schwierigen sensomotorischen Bedingungen ablaufen, ist hier besonders vom parallelen Zusammenwirken unterschiedlicher sensomotorischer Systeme auszugehen. Dabei sind sowohl positive als auch negative Wechselwirkungen möglich. De Marees (1989) gibt dafür ein Beispiel im Rudern an, wo der fehlerhafte Einsatz des optischen Analysators störende Einflüsse auf das Gleichgewicht nach sich zieht. Er bezeichnet diese Erscheinung als intersensorischen Wahrnehmungskonflikt (42-43).

Bei der Komplexität von Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerleistungen und dem unterschiedlichen Charakter der Bewegungsphasen kommt außerdem die Parallelität unterschiedlicher Regel- (closed loops) und Steuerprozesse (open loops) hinzu.

Bei der Durchzugsbewegung im Rudern sind demnach Bewegungsregulationen und Bewegungssteuerungen unterschiedlicher Art (z.B. triggered reactions and open loops) sowie eine ausgeprägte resultative Ausführungsregulation im folgenden Bewegungszyklus wahrscheinlich. Die Vorstellung des Wirkens unterschiedlicher Bewegungsregulations- und -steuerungsprozesse innerhalb einer Komplexbewegung wird auch plausibler, wenn auf die hierarchisch adäquate Gliederung von Tätigkeiten nach Hacker hingewiesen wird.

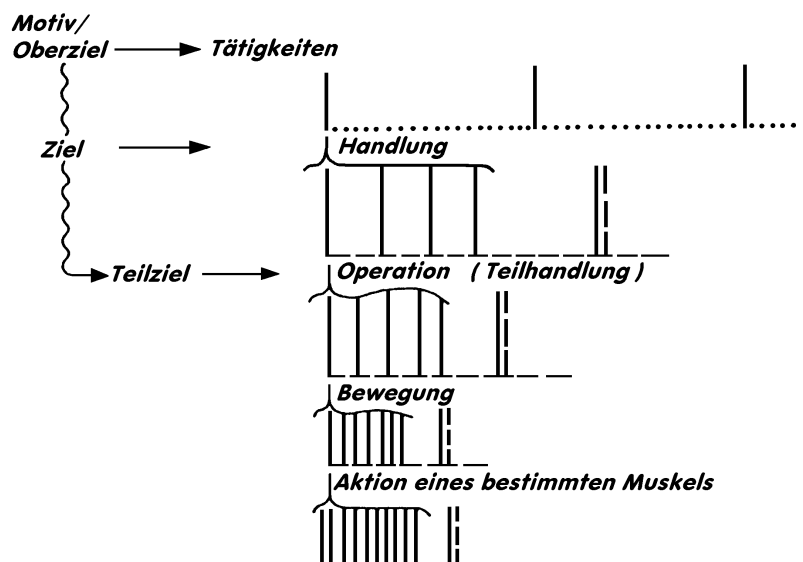


Abb.63: Schema der hierarchischen Gliederung von Tätigkeiten (Hacker 1986, 73, Abb.3.2)

Analog dieser hierarchischen Gliederung werden bei der Kombination von Steuerung und Regelung durch das ZNS relativ generalisierte Soll- und Führungsgrößen bereitgestellt (Steuerung), während die entsprechenden Regelprozesse besonders auf spinaler Ebene ablaufen (Daug/Blischke 1984, 409). Henatsch (1976a) beschreibt diese hierarchische Gliederung treffend als Selbständigkeit und helfende Ergänzung der Funktionsebenen und belegt sie mit dem Begriff „Subsidiaritätsprinzip“ (204). Außerdem wirken unterschiedliche sensorische Regulationen der gleichen Ebene auch gleichzeitig und ergänzen einander (Hacker 1986, 381).

Als ein weiterer handlungsregulativer Faktor mit Bedeutung für Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerleistungen ist das Aktivierungsniveau des ZNS zu nennen. Die Tatsache, daß das ZNS ein optimales Aktivierungsniveau besitzt, dessen Unter- oder Überschreitung zur Leistungsminderung führen soll, wurde im Ansatz relativ früh (1908) erkannt und wird nach den Autoren in der Yerkes-Dodson-Regel bzw. der

invertierten U-Hypothese oder der Lambda-Regel zum Ausdruck gebracht (vgl. Singer 1985, 240; Hacker 1986, 221; Pöhlmann 1986, 190; Schmidt 1988, 131-138). In der Folgezeit wurden auch viele Befunde für eine Abhängigkeit unterschiedlicher konditioneller Anforderungen vom Aktivierungsniveau des ZNS gefunden (Asheron/Beyer 1982, 49; Pöhlmann 1986, 191). Asheron/Beyer (1982) wiesen bei Ausdauerbelastungen (acht 5-min-Intervalle mit 2min Pause und unterschiedlicher Intensität) am Fahrradergometer gesicherte Zusammenhänge zwischen der Intensität der Belastung und der zentralnervalen Aktivierung nach. Im Aktivierungsniveau der für die betreffende Bewegung spezifischen und unspezifischen Rindenbereiche zeigten sich Unterschiede (a.a.O., 51). Die Bestimmung des Aktivierungsniveaus des ZNS ist sowohl über das EEG (Alpha- und Theta-Wellen - z.B. Asheron/Beyer 1982) als auch die Flimmerverschmelzungsfrequenz möglich. Schober/Beyer (1984) fanden beim Vergleich beider Analysemethoden für das zentralnervale Aktivierungsniveau eine hohe Übereinstimmung (249). Das Aktivierungsniveau steigerte sich vom Ausgangsniveau unter Ruhebedingungen über die Erwärmung bis zum Maximum unter körperlicher Belastung.

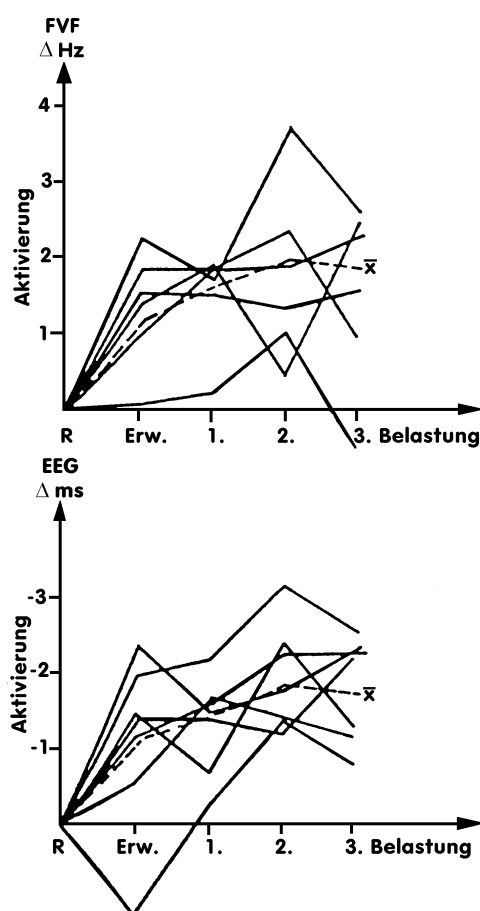


Abb.64:Steigerung des Aktivierungsniveaus des ZNS aus Ruhebedingungen über die Erwärmung bis zur Belastung im Vergleich der Flimmerverschmelzungsfrequenz (FVF) und des EEG (Schober/Beyer 1984, 249, Abb.4)

Die physische Belastung führte sowohl zum Maximum des Aktivierungsniveaus, aber auch zur Verringerung bei Eintritt von Ermüdung in Folge langandauernder starker psychischer und physischer Belastung (249). Dieser Aktivierungsabfall setzte sich über mehrere Tage fort und korrespondierte dann direkt oder indirekt mit einer Verschlechterung des subjektiven Befindens und der sportlichen Leistungsfähigkeit (249).

Andererseits reagiert das Aktivierungsniveau auf extensive Ausdauerreize nur begrenzt und bedarf zur weiteren Steigerung intensiverer Reize.

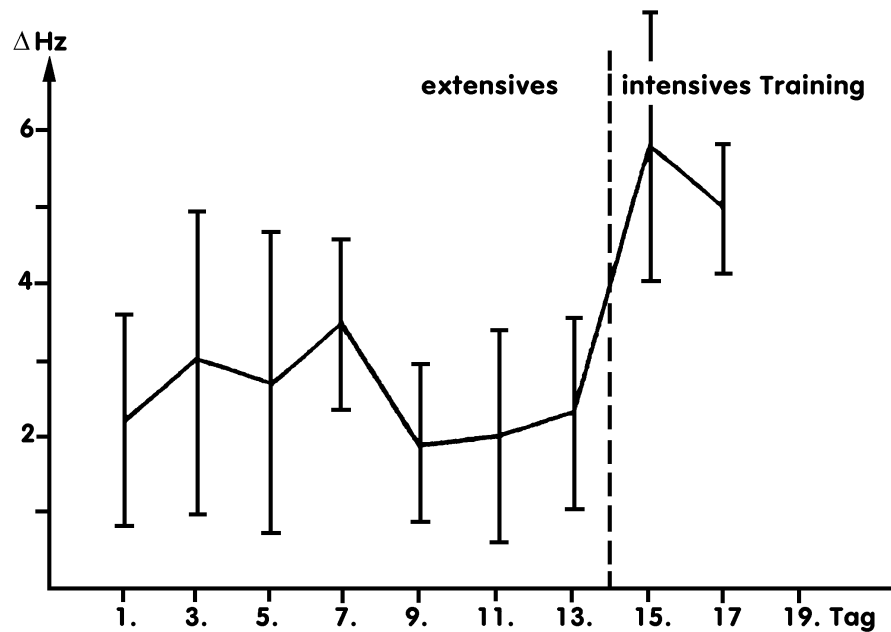


Abb.65: Einflüsse unterschiedlich intensiver Ausdauerbelastungen auf das Aktivierungsniveau des ZNS (bestimmt an Hand der FVF) innerhalb mikrozyklischer Trainingsabschnitte (Schober/Beyer 1984, 250, Abb.7)

Außer der Intensität zeigt sich ebenfalls eine Abhängigkeit des Aktivierungsniveaus und der Dauer seines Aufrechterhaltens vom Belastungsinhalt.

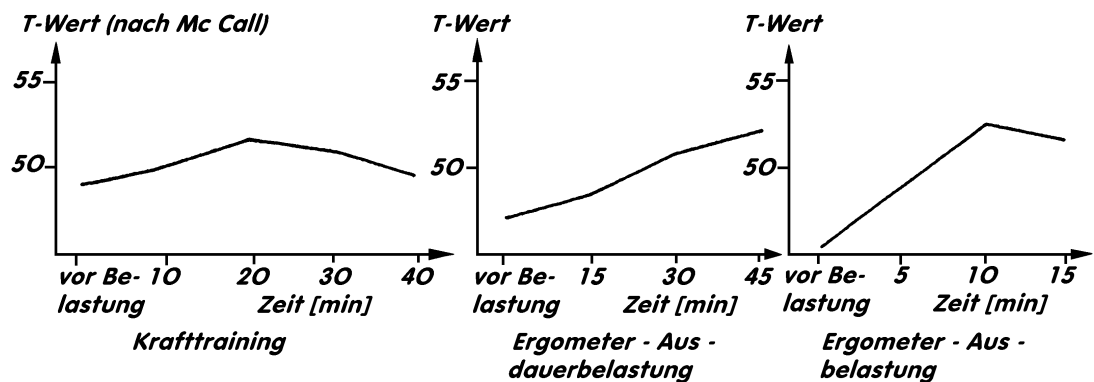


Abb.66: FVF-Verläufe bei Trainingsbelastungen unterschiedlichen Inhalts und Intensität (Günz/Kunath 1984, 83, Abb.2)

Die Ergebnisse von Schober/Beyer (1984) entsprechen der Yerkes-Dodson-Regel. Sie ordnen dem Verlauf der FVF zentrale Funktionsbereiche zu.

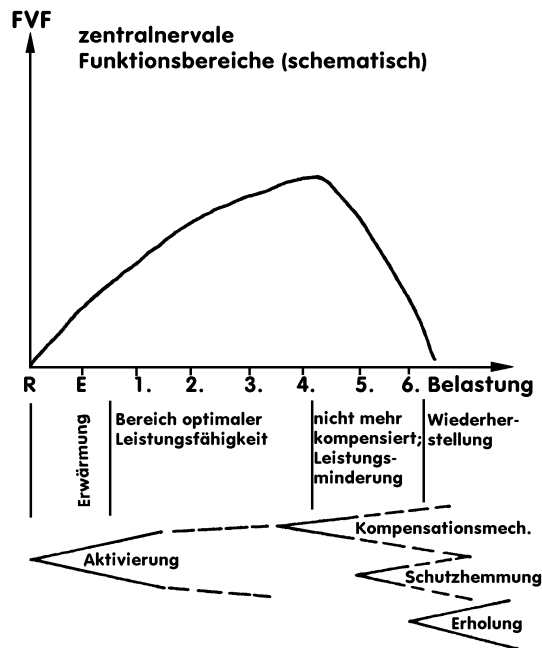


Abb.67: Zuordnung zentralnervaler Funktionsbereiche zum Verlauf der FVF bei unterschiedlichen Anforderungen (Schober/Beyer 1984, 251, Abb.9)

Am Beispiel der Übung liegend Anreißen (Bankziehen) untersuchten Wittekopf/Schier (1976) die EMG-Aktivität (Aktionsspannung) während Kraftausdaueranforderungen (40% der maximalen Last). Dabei zeigte sich intensitätsabhängig eine Zunahme der EMG-Amplitude zur Kompensation der Ermüdung im Verlauf der Belastung (98-101). Hier zeigen sich Parallelen zum zentralnervalen Aktivierungsverlauf, insbesondere wenn beachtet wird, daß die EMG-Amplitude beim ausgeruhten Muskel mit der Kontraktionsstärke korreliert und deshalb von einer differenzierten Steuerung der EMG-Amplitude ausgegangen werden kann.

An dieser Stelle wird deutlich, daß bereits zentralnerval gleichzeitig unterschiedliche Prozesse der Handlungsregulation ablaufen, die Einfluß aufeinander haben. Hier ist auch die biochemisch nachweisbare Beeinflussung von Programmbildungsprozessen im ZNS (Kurz- und Langzeitgedächtnis) durch die Motivations- und Emotionsintensität (Wittekopf/Beyer 1987, 227; Zintl 1989, 625) anzuführen.

Ein Komplex unterschiedlicher Regulationsmechanismen zeigt sich auch auf spinaler Ebene in der Verbindung willkürlich und reflektorisch ausgelöster Effekte. So ist das Maximum der willkürlichen Innervation bei einer maximalen isometrischen Kontraktion (EMG des M. gastrocnemius) wesentlich geringer als die Innervationsstärke desselben Muskels bei einem Sprintschrift (Antoni/Schmidtbleicher/Dietz 1979, 428; Dietz 1985, 30-31). Die Ursache besteht in der Verstärkung durch den spinalen Dehnungsreflex, wodurch Entladungsfrequenzen der Motoneurone in einer Höhe erzeugt werden, welche die bei maximaler willkürlicher Kontraktion erreichten Frequenzen und Kräfte übertrifft (Dietz 1985, 31-32). Aus neurophysiologischer Sicht ist auf die Bedeutung der Vorinnervation und der Dehnungsgeschwindigkeit (Farfel 1977, 21-22; Antoni/Schmidtbleicher/Dietz 1979, 432) für quantitative und qualitative Charakteristika von Kraftverläufen hinzuweisen.

An dieser Stelle bietet sich ein Hinweis auf die Definition der Schnelligkeit von Bauersfeld (1986a) an. Diese Definition, wonach sich die Schnelligkeit in bewegungsspezifischen Zeitprogrammen widerspiegelt (Kap. 4.3.), basiert auf Untersuchungen von Nieder-Hoch-Sprüngen aus unterschiedlicher Höhe. Dabei unterscheidet sie kurze

und lange Zeitprogramme, deren Grenze bei 170 ms definiert wird (159ff.). Die kurzen Zeitprogramme sind durch eingipflige höhere Kraft-Zeit-Verläufe (a.a.O., 159-160; 162, Abb.3) und höhere mechanische Leistungswerte (a.a.O., 160-161) gekennzeichnet. Durch inter- und intraindividuelle Vergleiche wurde deutlich, daß es sich bei den kurzen und langen Zeitprogrammen um weitgehend generalisierte und verfestigte Bewegungscharakteristika der jeweiligen Sportler handelte (a.a.O.), welche im Nachwuchsbereich mittels körperrgewichtsentlastender Trainingsmittel weitgehend unspezifisch trainierbar (in Richtung kurzes Programm) sind (Behrend 1989, 134). In den EMG-Aufzeichnungen der langen Zeitprogramme zeigten sich Phasen mit verringerter Aktivität (Bauersfeld 1986a, 164), wie sie auch Schmidtbleicher (1980, 94-95) bei aktiv-isometrischer Kontraktion beobachtete. Beim Nieder-Hoch-Sprung setzten diese Phasen der Innervationsstille (silent periods) bereits in der Phase der Vorinnervation, also bereits vor dem Bodenkontakt beim Niedersprung ein (Bauersfeld 1986a, 164), während sie bei der aktiv-isometrischen Kontraktion erst während der Kontraktion einsetzten (Schmidtbleicher 1980, 94-95). In beiden Untersuchungen führte die Innervationspause mit einer Latenzzeit von etwa 30 ms (Schmidtbleicher 1980, 94) bis 40 ms (Bauersfeld 1986a, 164, Abb.5) zu einem „Einbruch“ der Kraft-Zeit-Kurve. Schmidtbleicher konnte sogar in 3% der Versuchsaufzeichnungen bei zwei parallel innervierten unterschiedlichen Muskeln (M. triceps, M. pectoralis) ein synchrones Auftreten dieser Innervationsstille beobachten.

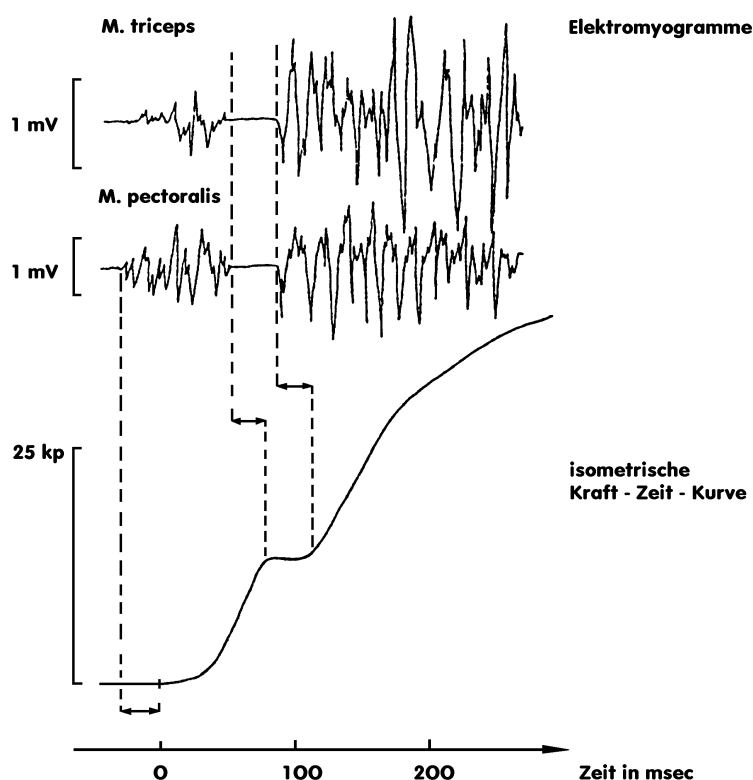


Abb.68: EMG zweier beteiligter Muskeln und isometrische Kraft-Zeit-Kurve beim Auftreten von Innervationspausen (silent periods) - Schmidtbleicher 1980, 95, Abb.31

Lehnertz (1985) beansprucht die Erklärung für diese von Schmidtbleicher beobachtete Erscheinung mit Hilfe seiner Theorie des Kraftfluchteffektes. Die Plausibilität dieser Theorie zur Erklärung geringerer Kraftwerte bei dynamischem Krafteinsatz auf bewegliche Widerstände gegenüber isometrischen Kraft-Zeit-Verläufen verleitet ebenfalls zur Anwendung dieser Erklärungsmöglichkeit für die Kraft-Zeit-

Verlaufsdiskontinuitäten wie sie Schmidtbleicher beschreibt. Lehnertz ließ jedoch unbeachtet, daß Schmidtbleicher diese Erscheinungen auch bei isometrischer Kontraktion beobachtete, wo ein Ausweichen des Widerstandes (Kraftflucht) nicht möglich ist, und daß die Innervationspausen (silent periods) nicht infolge der Kraftverlaufsdiskontinuität auftraten, sondern diesen zeitlich vorgelagert, also nicht Wirkung, sondern Ursache waren! Außerdem beobachtete Bauersfeld (1986a) den Beginn derartiger Innervationspausen bereits vor der Kraftwechselwirkung mit dem Stütz (164). Die rein biomechanisch-physikalischen Erklärungsmöglichkeiten von Lehnertz (1985, 39) scheiden also für das vorliegende Phänomen aus.

Als Ursache für das Auftreten solcher Innervationspausen kommen mehrere Hemmungsmechanismen in Frage (Küchler 1983, 92; Stoboy 1984), auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll. Wesentlicher erscheint die Tatsache, daß es sowohl Sportler gibt, die solche Hemmphasen ausschalten können, als auch solche, die dazu nicht oder noch nicht in der Lage sind. Stoboy vertritt die Auffassung, daß infolge von Training und hoher Motivation diese Hemmechanismen durch zentrale Einflüsse unterdrückt werden können, wodurch eine Leistungserhöhung, aber auch Grenzbela-stungen hervorgerufen werden können (1984, 121; 1987, 384). Die Trainierbarkeit des Übergangs von langen zu kurzen Zeitprogrammen, also die Überwindung der Eigenhemmung, konnte mehrfach nachgewiesen werden (Schmidtbleicher/Gollhofer/Frick 1987; Behrend, 1989; Voß/Krause 1991). Stark genetisch festgelegt sind dagegen grundlegende neuromuskuläre Voraussetzungen wie die Nervenleitgeschwindigkeit, die Laufzeit des Muskeleigenreflexes und die Muskelfaserstruktur (Voß/Krause 1991). Die Limitierung der Trainierbarkeit kurzer Zeitprogramme durch diese grundlegenden neuromuskulären Voraussetzungen kann erst bei Unterschreitung eines Mindestniveaus ihrer Ausprägung nachgewiesen werden. Dieses Mindestniveau wiederum liegt im mittleren Bereich des Ausprägungsniveaus dieser Voraussetzungen (Voß/Krause 1991, 27). Andererseits führt das überdurchschnittliche Ausprägungsniveau der grundlegenden neuromuskulären Kennwerte nicht automatisch zu kurzen Zeitprogrammen. Hier bestehen keine gesicherten Korrelationen (a.a.O., 27).

Diese Erkenntnisse sind ein weiterer Beleg für die Einordnung elementarer neurophysiologischer Leistungen in einen hierarchischen Aufbau von Bewegungsprogrammen bis zum ZNS. Unter Beachtung dieser Fakten erscheinen bereits die Effekte der intramuskulären Koordination infolge von Training relativ komplex und kompliziert in ihrer Entstehung.

Die dargestellten Fakten verdeutlichen, daß der spinale Dehnungsreflex mit seiner Laufzeit von 30-40 ms unterschiedlich für die Gestaltung der konzentrischen Bewegungsphase genutzt wird oder genutzt werden kann. Dem Verständnis, daß dieses Phänomen nur bei Bewegungen mit ausgeprägter exzentrischer Bewegungsphase zu erwarten ist, muß hier widersprochen werden. Besonders die angeführten Ergebnisse von Schmidtbleicher (1980) weisen massiv auf die Universalität spinalreflektorischer Mechanismen hin. Deshalb ist bei den spinalen dehnungsreflektorischen Einflüssen auf die Innervationscharakteristik der konzentrischen Bewegungsphase von einem universellen und generellen Prinzip mit unterschiedlicher quantitativer und qualitativer Ausprägung auszugehen!

Aus den Erscheinungen, die Schmidtbleicher (1980, 93ff.) mit Veränderung der Kraft-Zeit-Kurven infolge unterschiedlichen Krafttrainings beobachtete, läßt sich schließen, daß Auftreten und Intensität dieser Erscheinungen offenbar von der Geschwindigkeit und der Höhe des Krafteinsatzes abhängt.

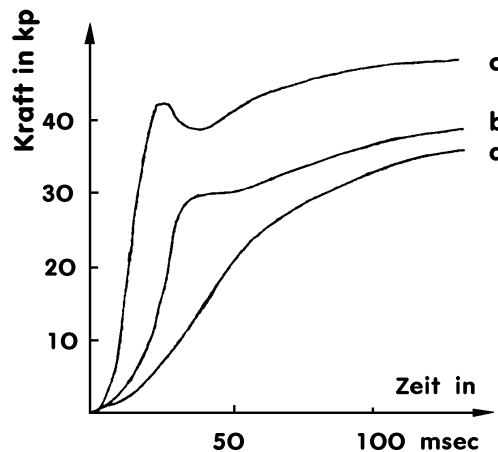


Abb.69: Abhängigkeit des Auftretens von Diskontinuitäten des Kraft-Zeit-Verlaufes von der Höhe und der Steilheit des Kraftanstieges (Schmidtbleicher 1980, 93, Abb.29)

So führte der steilere Kraftanstieg als Resultat von dynamischem Maximalkrafttraining zur Verstärkung von Diskontinuitäten im Kraft-Zeit-Verlauf (c), während Schnellkrafttraining zu geringeren Effekten in der Verbesserung der Explosivkraft führte, aber die Diskontinuitäten im Kraft-Zeit-Verlauf dieser Sportler abnahmen. Obwohl von Schmidtbleicher selbst nicht so interpretiert, wird mit diesen Beobachtungen die empirisch entstandene Krafttrainingspraxis der zeitlichen Aufeinanderfolge von Maximal- und Schnellkrafttraining gestützt.

Die hier angeführten handlungsregulativ-psychischen und neurophysiologischen Erklärungsmöglichkeiten sind wie die biomechanisch-physikalischen Erklärungsansätze (innere und äußere) nicht ausreichend, um das Prinzip bzw. die Gesamterscheinung der Verbindung willkürlicher und reflektorischer Kontraktionsmechanismen bei schnellkräftigen Krafteinsätzen kombinierter Kontraktionsformen (exzentrisch-konzentrisch, isometrisch-konzentrisch) zu erklären. In diesem Zusammenhang ist auf biomechanische Teilansätze (Hochmuths „Prinzip der Anfangskraft“, 1981, 154ff., und Lehnertz' „Trägheitstiming“, 1988) und physiologische Erklärungen (z.B. Margarías Untersuchungen zur positiven und negativen Arbeit beim Laufen, 1982 und Komis Strukturierung des Muskels in elastische und kontraktile Komponenten, 1975) hinzuweisen. Zu unterstützen ist deshalb die bereits angeführte Auffassung von Margarías, wonach die konzentrische Kontraktion mit vorheriger Dehnung des Muskels den Haupttyp der muskulären Tätigkeit darstellt, dem bisher nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, während isometrische und rein isotone Kontraktionen die Ausnahme bilden (1982, 97). Daß diese Aussage so aktuellen Wert besitzt, obwohl bereits viele Autoren aus unterschiedlicher Sicht zur Lösung dieses Problems beigetragen haben, liegt sowohl an der Begrenztheit einzelner Sichtweisen als auch an der ausschließlichen gedanklichen Verknüpfung dieses Problems mit ausgeprägt exzentrisch-konzentrischen (reaktiven) Kontraktionen. Erklärungen und Beweisführungen setzen auch bei diesem Problem integrative Ansätze voraus.

In der Beachtung der generalisierten Nutzung des spinalen Dehnungsreflexes auch dort, wo dies nicht vordergründig erwartet wird, liegt anscheinend ebenfalls ein wesentlicher Ansatz zur Klärung des Problems varianter und invarianter Bewegungselemente, da die qualitative und quantitative Nutzung dehnungsreflektorischer Möglichkeiten augenscheinlich an bestimmte Bewegungscharakteristika gebunden ist!

Bei einer zusammenfassenden Wertung der besonderen Anforderungen schnellkraftausdauernder zyklischer Bewegungen erscheint auch aus handlungsregulativer Sicht eine quantifizierende Schnellinformation in den Zwischenphasen zur Sicherung der Bewegungsqualität angeraten (vgl. Farfel 1977, 23ff.). Auf Grund der Besonderheiten des Ruderns, wie auch anderer zyklischer Sportarten, müßten diese Informationen während und unmittelbar nach jedem Zyklus erfolgen, um die Sportler in die Lage zu versetzen, das Ergebnis für die Gestaltung des nächsten Zyklus zu nutzen. Dies entspräche einer Minimierung des Postintervalls und damit auch einer entsprechend den gegebenen Bedingungen der zyklischen Bewegungsausführung möglichen Sicherung des Präintervalls (vgl. Bähr 1990, 35).

4.4. Allgemeine Kennzeichnung der konditionellen Anforderungen von Wettkämpfen in Ausdauersportarten am Beispiel des Ruderns - Struktur der konditionellen Leistungsvoraussetzungen

Nach der allgemeinen kinematischen und dynamischen Kennzeichnung der Ruderbewegung bei Wettkampfanforderungen (Kap. 4.2.) läßt sich der Ruderwettkampf sicher als eine Mittelzeitausdauerbelastung kennzeichnen. Mit dem Beweis von Schwanitz (1975), daß eine Erhöhung der Bootsgeschwindigkeit im Durchzug über eine signifikante Erhöhung der Dollenkraft realisiert wird (101), kann auch die Kraftausdauerfähigkeit als konditionelle Basisgröße angenommen und damit der Schritt von der Struktur der Wettkampfleistungsfaktoren zur Struktur der konditionellen Leistungsvoraussetzungen vollzogen werden. Konkreter Ausdruck waren die Ergebnisse von Ramlow (1979) und Mahlo (1979) zur Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen im Rudern, die durch Bayer (1981) und Stache/Uhlemann (1982) ergänzt wurden. Mahlo (1979) entwarf ein stochastisches Modell der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen im Rudern, das er durch seine Untersuchungen weitgehend verifizieren konnte.

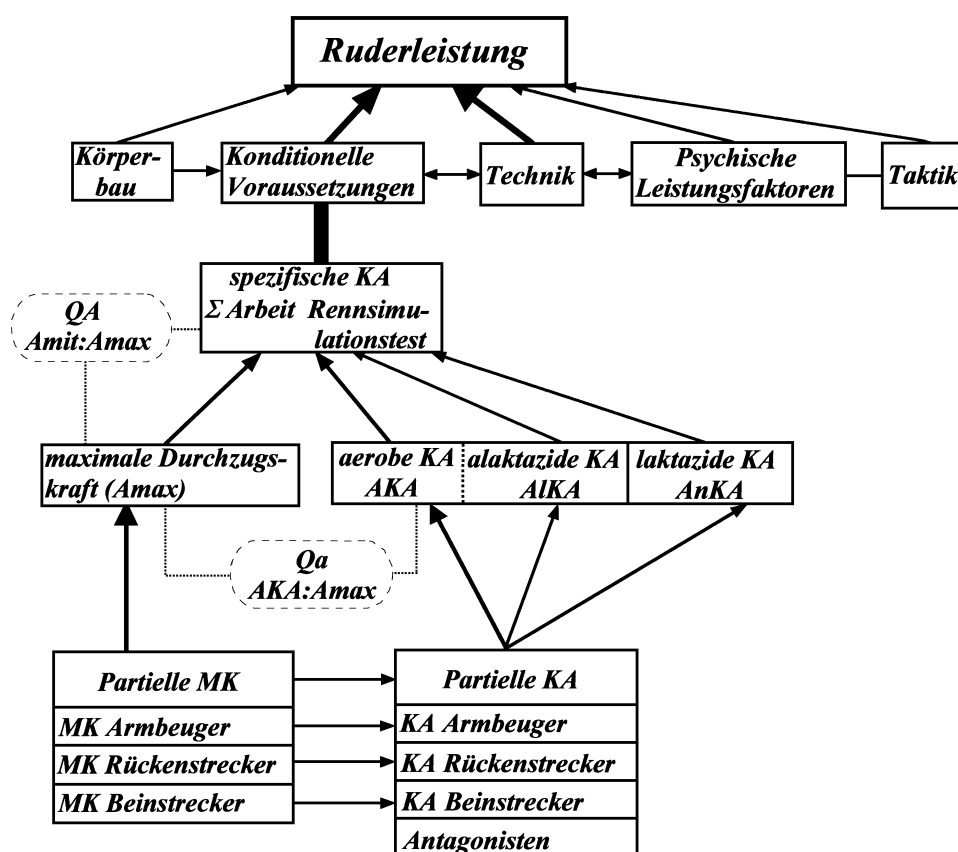


Abb.70: Modell konditioneller Leistungsvoraussetzungen im Rudern (Mahlo 1979, 79, Abb.7)

In den Untersuchungen von Mahlo (1979) zeigte sich

- die Determination der Ruderleistung durch den Faktor Kondition in Form der semispezifischen Kraftausdauerfähigkeit (Summe der Arbeit im Rennsimulationstest),
- die Bestimmung des Niveaus der semispezifischen Kraftausdauerfähigkeit durch die semispezifische maximale Durchzugskraft (A_{\max} - 5 maximale

- Schläge) und die semispezifische aerobe Kraftausdauerfähigkeit (Leistung bei 4 mmol/l Laktat) in einem relativen optimalen Ausprägungsniveau (Q_a),
- die unterschiedliche Wertigkeit verschiedener Stoffwechselbereiche,
- die Beteiligung der Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit, gemessen an Hand spezieller Trainings- und Testübungen mit dem Charakter allgemeiner Trainingsmittel (z.B. Hantelübungen) und
- die Abhängigkeit der konditionellen Leistungsvoraussetzungen unterschiedlicher Hierarchieebenen (z.T. bis zur Ruderleistung) von der Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit unterschiedlicher funktioneller Muskelgruppen.

Diese Leistungsstruktur erwies sich aber auch als ein Gefüge, welches Veränderungen unterworfen ist, d.h., daß die strukturellen Beziehungen im Trainingsjahresverlauf und in Abhängigkeit vom Ausprägungsniveau der Faktoren Veränderungen zeigen. Des weiteren ist auf die unterschiedliche Wertigkeit einzelner Faktoren in Abhängigkeit von unterschiedlichen Disziplinen hinzuweisen. So manifestierte sich die bis 1985 unterschiedliche Wettkampfdistanz von Frauen (1000 m) und Männern (2000 m) in einer nachweislich höheren Bedeutung des Faktors Kraftfähigkeit im Frauenbereich (Mahlo 1979, 178). Eindrucksvoll können Malz u.a. (1988) den unterschiedlichen Einfluß der betreffenden konditionellen Fähigkeiten auf das Wettkampfergebnis im Eisschnellauf in Abhängigkeit von der Streckenlänge (Disziplin) verdeutlichen.

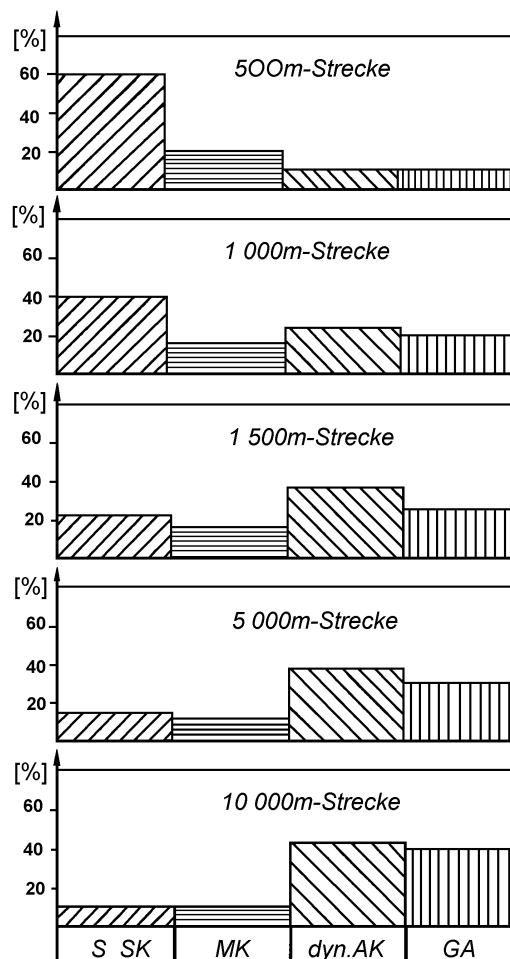


Abb.71: Einfluß unterschiedlicher konditioneller Fähigkeiten auf die Wettkampfleistung im Eisschnellauf in Abhängigkeit von deren Länge (Malz u.a. 1988, 28, Abb.1)

Sowohl im Eisschnellauf (a.a.O., 27) als auch im Rudern zeigt sich auch bei übereinstimmender Streckenlänge eine stärkere Absicherung der Wettkampfleistung über die Kraftfähigkeiten bei den Frauen. Inwieweit tatsächlich leistungsstrukturelle Unterschiede vorliegen oder niveaubedingte mathematisch-statistische Nachweismöglichkeiten eine Rolle spielen, kann hier nicht geklärt werden. Allerdings sprechen die Erfahrungen im DRSV stärker für die letztere Möglichkeit.

Die beschriebene Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderkampfes konnte mehrfach ergänzt und bestätigt werden und fand ihren Niederschlag in der konditionellen Trainingsstruktur.

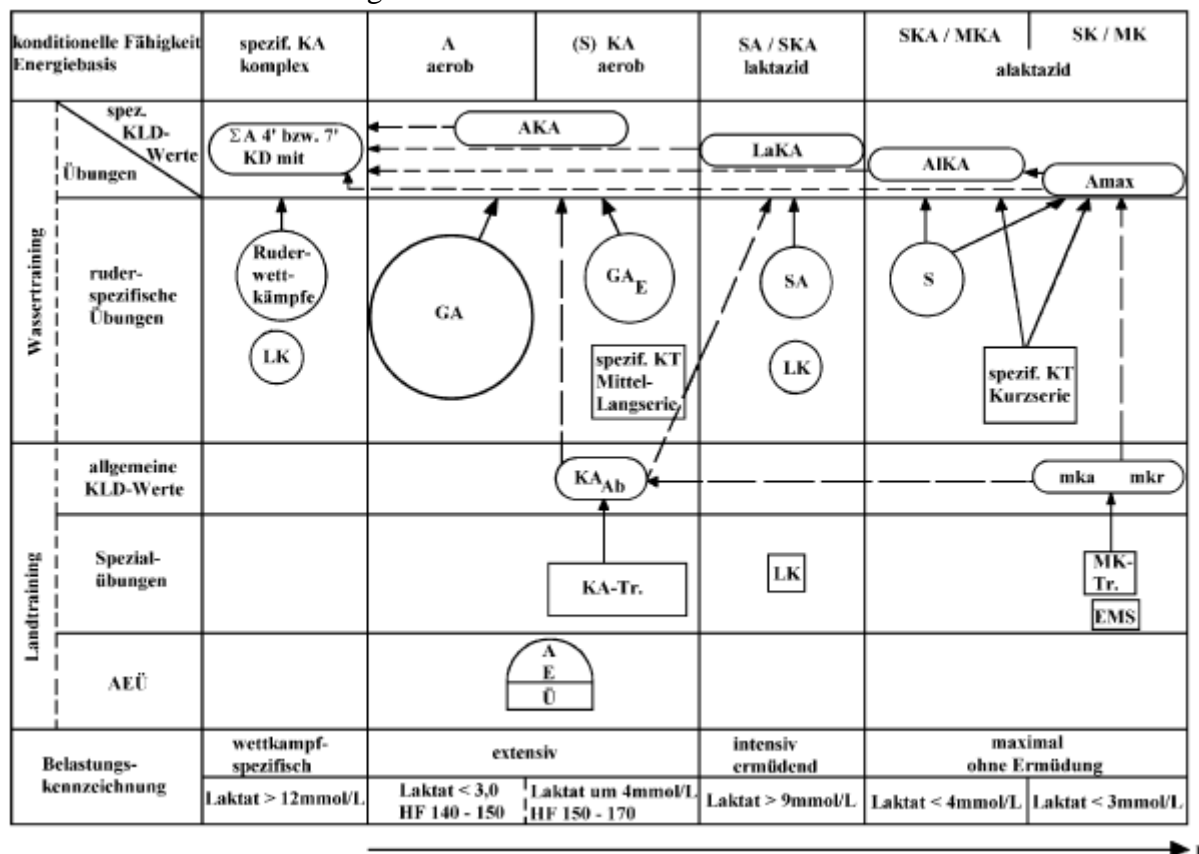


Abb.72: Struktur konditioneller Trainingsmittel im Rudern (Mahlo 1979, 204, Abb.27)

Beim Vergleich der Leistungs- und Trainingsstruktur fällt die inhaltliche Erweiterung der Trainingsstruktur um den Faktor Schnelligkeit ins Auge. Die von Ramlow (1979, 173) und Mahlo (1979, 184) zunächst hypothetisch und durch Untersuchungen erst zu unterlegende inhaltliche Erweiterung hat sich bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt zu einem trainingsmethodischen Postulat mit dem Anspruch auf Wahrheit entwickelt. Im Rahmen seines Modells der Beziehungen und Transformationsebenen konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns entwarf Mahlo (1988) das wohl detaillierteste und anspruchvollste Beispiel für die Eingliederung der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit in die Leistungsstruktur (30a, Abb.3).

4.5. Kennzeichnung des erreichten Erkenntnisstandes zur Belastungsgestaltung im Krafttraining des DRSV im Rahmen der Trainingsmethodischen Grundkonzeption

4.5.1. Zum erreichten Stand der Erkenntnisse über das Belastungsparametersystem im Krafttraining des DRSV

4.5.1.1. Beschreibung des Belastungsparametersystems im Krafttraining des DRSV

Im DRSV erwies sich die Erarbeitung und konsequente Realisierung einer einheitlichen Krafttrainingskonzeption als erfolgreiche Leistungsgrundlage und als Ergebnis einer bewährten engen Verbindung von sportwissenschaftlicher Theorie (vorrangig konkrete praxis- und verlaufsorientierte Forschungstätigkeit) und Trainingspraxis (unmittelbare Untersuchung, Erprobung und Auswertung der theoretischen Erkenntnisse). Die Positionen zum Krafttraining wurden in allgemeinen (Trainingsmethodische Grundkonzeption - TGK) und spezielleren Trainingsdokumenten (Rahmentrainingsplan - RTP, Gruppen- und Individuelle Trainingspläne - GTP und ITP, Zyklen- und Abschnittspläne) verbindlich verankert. Mit zunehmendem Erkenntnisgewinn wurden diese Planmaterialien für das Krafttraining auch zunehmend inhaltlich durch die FG Krafttraining bestimmt und erarbeitet.

Auf der Grundlage eines Forschungsberichtes von Harre und Mitarbeitern (1973) zum allgemeinen Stand im Nachwuchstraining des DRSV aus unterschiedlichen wissenschaftsspezifischen Sichtweisen (grundlegende thematisch breitgefächerte Bestandsaufnahme in diesem Bereich) gelang es Hoffmann/Wilke (1978), gestützt auf ihre Untersuchungen im Rahmen der FG Krafttraining, ein tragfähiges Belastungskennziffersystem für das Kraftausdauertraining an Land zu erstellen und zu erproben. Dieses Kennziffersystem bildete die Grundlage für die Einführung einer komplexen und standardisierten Krafttrainingskonzeption in Form von Krafttrainingsprogrammen, welche umfassend in den DRSV eingeführt und in der Folgezeit konsolidiert, präzisiert und ergänzt wurden. Das entstandene Belastungskennziffersystem soll folgend, soweit es für allgemeine Positionen des Krafttrainings besonders in Ausdauersportarten relevant erscheint, verknüpft dargelegt werden. Dabei wird auf die Darstellung trainingsmethodischer Gestaltungsvarianten weitgehend verzichtet, da Aussagen dazu in Kapitel 4.5.2.1. erfolgen. Diese relativ stark getrennte Sicht und Darstellung von Belastungskennziffersystem und trainingsmethodischer Gestaltung trägt dem Anliegen dieser Arbeit und damit auch analytischen Gesichtspunkten Rechnung. In der Praxis des Trainings müssen beide Aspekte erkannt, beherrscht und aufeinander abgestimmt werden, um trainingsmethodische Fehler zu vermeiden (vgl. Problemstellung der vorliegenden Arbeit).

Von besonderem Interesse ist das Belastungskennziffersystem des Kraftausdauertrainings, da dieses den komplexen konditionellen Anforderungen des Wettkampfes in Ausdauersportarten am nächsten kommt. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei den elementaren Belastungsparametern des Krafttrainings um die Zusatzlast, die Wiederholungszahl, die Belastungsdichte (Pausenlänge und -gestaltung), die Bewegungsfrequenz und die Bewegungsgüte. Auf der Suche nach komplexen Belastungskennziffern versuchten Hoffmann/Wilke (1978) auch auf einfachem Wege Arbeits- und Leistungskennziffern für Serien der Übung liegend Anreißen zu ermitteln. Die Basis dafür

stellten die Lasten (ohne Beschleunigungskräfte) und die Zeiten für die Gesamtserie ($t_{\text{aktiv}} + t_{\text{passiv}}$) dar (a.a.O., Anhang 8). Die Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit spielte dabei keine Rolle. Die so ermittelten Komplexkennziffern fanden keinen Eingang in die Theorie und Praxis des Krafttrainings.

Die Zusatzlast stellt naturgemäß die Hauptbelastungskennziffer im Krafttraining dar und ist die Hauptkennziffer der Intensität. Für die unterschiedlich hohen Anforderungen des Krafteinsatzes im Wettkampf ergeben sich auch unterschiedliche Lasten bzw. Bewegungswiderstände für das Krafttraining, welche unterschiedlichen Kraftfähigkeiten entsprechen. Im Vordergrund steht das Training wiederholter Krafteinsätze (Kraftausdauertraining). Die wichtigste Bezugskennziffer für die Dosierung der Zusatzlasten ist demnach die zu realisierende Wiederholungszahl der Krafteinsätze. Dadurch wird die Zusatzlast erst wert- und vergleichbar.

Im Ruderwettkampf müssen 200-240 Schläge absolviert werden. Daraus abgeleitet werden im Kraftausdauer-Test der Armzugmuskulatur (liegend Anreißen bzw. Bankziehen) 210 Wiederholungen vom Sportler gefordert. Bewertet wird er nach der Höhe der Last, die er bezogen auf die 210 Wiederholungen bewältigen kann. Diese, auf eine fixe Wiederholungszahl bezogene Last erwies sich als zielsichere und praktikable Hauptbezugsgröße für das Kraftausdauertraining (Testlast). Ziel des Kraftausdauertrainings ist die Erhöhung dieser, auf eine normierte Ausdaueranforderung bezogene, Last. Diese Last korreliert in unterschiedlichen Untersuchungen des liegend Anreißen positiv signifikant mit der Last, welche bei dieser Übung von den Sportlern einmalig maximal bewältigt wurde (Hoffmann/Wilke 1978; Mahlo 1979, 1981, 1982; Ramlow 1979; Bayer 1981, 1983; Hohmann 1984). Die Darstellung der Beziehung zwischen zu bewältigender Zusatzlast und erreichter Wiederholungszahl ergibt dieselbe Abhängigkeit wie sie für die Beziehung Bewegungskraft/Bewegungsdauer bereits allgemein dargestellt wurde (vgl. Kap. 4.1.3.). Da in diesem Test (ca. 7min lang) unterschiedliche Stoffwechselbereiche abgefordert werden, konnte diese Kurve bisher ebenfalls nicht durch eine Funktion in ihrem Gesamtverlauf beschrieben werden und wird zur Erlangung entsprechender Test- und Trainingsdaten nach Ergebnissen von Mahlo fraktioniert mathematisch bearbeitet (vgl. Stammnitz 1987, 34-36). Die beim Kraftausdauer-Test bezogen auf 210 Wiederholungen bewältigte Zusatzlast betrug im DRSV zwischen 60 und 70% (Männer um 60%, Frauen um 65%) der Maximallast! Dieser Fakt relativiert die in der Literatur angegebenen Daten der Beziehung Bewegungskraft/Bewegungsdauer ganz erheblich, da solche Werte auch in der einschlägigen Literatur zum Krafttraining vergeblich gesucht werden. Sofern überhaupt Angaben über Wiederholungszahlen gemacht werden, die der im Rudern nahekomen betragen diese Lasten zwischen 20 und 30% des Maximums. Dieser Bereich des Krafttrainings erscheint in der Literatur generell unterbewertet, wenn es um die Darstellung konkreter Untersuchungsergebnisse geht!

Die Kraftausdauer-Testwerte bilden die Orientierung für die Gestaltung des Krafttrainings von Ruderern, ohne daß sie dort entsprechend der Testbedingungen reproduziert werden. Ausgehend vom Testergebnis wird die erreichte Zusatzlast im Krafttraining unter starker Variation der Wiederholungszahl (zwischen 30 und 50% pro Serie) angewendet. Je nach beabsichtigtem Effekt des Krafttrainings wird darüber hinaus die Zusatzlast variiert. Ziel ist eine lokal höhere Belastung als dies im Wettkampf bzw. in der Wettkampfbewegung möglich ist.

Eine weitere Kennziffer der Intensität bezogen auf eine Serie ist die Bewegungsfrequenz. Eine Erhöhung der Frequenz bewirkt bei gleichbleibendem Verhältnis von „ t_{aktiv} “ zu „ t_{passiv} “ eine gleichmäßige Verkürzung beider Phasen und wäre damit ein Mittel zur indirekten Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit. Eine erhöhte Bewe-

gungsfrequenz kann jedoch auch durch ein verändertes Verhältnis von „ t_{akt} “ zu „ t_{pas} “ realisiert werden, ohne daß sich die aktive Bewegungsphase verändert (Verkürzung von „ t_{pas} “). Die Folge ist eine Intensivierung des Krafttrainings (lokale und globale Kreislaufbelastung) ohne veränderte qualitative Wirkung auf die aktive Bewegungsausführung. Da diese Erscheinung im Test bzw. in der Nähe von Grenzbelastungen typisch ist, erfolgt eine temperierte Steuerung der Bewegungsfrequenz im Krafttraining. Im Test und bei den durchschnittlichen Anforderungen liegt die Bewegungsfrequenz bei 30 WH/min. Der Einfluß der Bewegungsfrequenz ist massiv und darf nicht unbeachtet bleiben. Vergleiche von Zusatzlasten und Wiederholungszahlen sind ohne eine Objektivierung der Frequenz kaum aussagefähig. Außerdem ist die Frequenzerhöhung in relativ engen Grenzen ein Mittel, die Bewegungsleistung bezogen auf die Bewegungsfolge im Wettkampf zu erhöhen, so daß sie besonders im Ausdauertraining einer entsprechenden Beachtung bedarf.

Die Bemessung der Pausen als ein Kennzeichen der Belastungsdichte und deren Gestaltung wirkt sich vorrangig mittelbar auf den Krafteinsatz aus, bestimmt aber stärker die Kreislaufbeanspruchung und die Energiebereitstellung und ist damit ebenfalls ein wichtiges Regulativ für die Wirkung des Krafttrainings.

Unterschätzt oder unbeachtet bleibt meist die Übungsqualität bzw. die Übungsausführung. Dazu ist darauf zu verweisen, daß die Auswahl der Übung und deren qualitative Ausführung sowohl über das Verhältnis der Bewegungsstruktur von Krafttrainingsübung und Wettkampfbewegung, über die Einhaltung der vorgegebenen Belastungsdosierung als auch über die Belastungsverträglichkeit, insbesondere der Belastung des Binde- und Stützsystems, entscheidet.

Das hier beschriebene Kennziffersystem (ZL, WH-Zahl, Frequ.) wird auf verschiedenen zeitlichen Ebenen (Serie, Station bzw. Kreis, Trainingseinheit, Abschnitt, Zyklus, Trainingsjahr) im Training und für Tests verwendet, objektiviert als auch ausgewertet, und stellt die wesentlichsten Kennziffern der objektiven Belastungsanforderungen im Krafttraining dar. Dieses Kennziffersystem bildet gemeinsam und im Vergleich mit dem subjektiven Belastungsgrad bzw. den nachweisbaren Trainingswirkungen die Grundlage der Trainingssteuerung im Krafttraining an Land.

Mahlo (1979) erweiterte den Anwendungsbereich dieses Kennziffersystems auf das spezifische Krafttraining und optimierte das spezifische Krafttraining insgesamt. Bei der Untersuchung der spezifischen Kraft (maximale Durchzugskraft) stieß er auf das alternative Verhalten von Kraft und Geschwindigkeit bei weicherem Hebelverhältnis (Kraftabfall und Geschwindigkeitsanstieg) und sprach sich für die weitere Untersuchung der spezifischen Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit aus (104-108). Im Ergebnis seiner Untersuchungen zur Maximalkraftfähigkeit im Trainingsjahr 1980/81 führte Bayer (1983) das bestehende Belastungsparametersystem standardisierend auch in das Maximalkrafttraining des DRSV ein. Dabei verglich er neben anderen Maximalkrafttrainingsvarianten auch ein frequenzgesteuertes Schnellkraftausdauerprogramm, welches neben seiner positiven Wirkung auf die Maximalkraftfähigkeit (vor der Methode submaximaler und hinter der Methode maximaler Krafteinsätze) durch eine außerdem positive Beeinflussung der Kraftausdauerfähigkeit und der spezifischen Kraft auffiel (122ff.). Während die Einführung des beschriebenen Belastungskennziffersystems in die verschiedenen Bereiche des Krafttrainings mit dieser Arbeit ihren relativen Abschluß fand, setzte die Erweiterung des Belastungskennziffersystems um die Bewegungsgeschwindigkeit ein. So erfolgten im Trainingsjahr 1980/81 und 1981/82 Untersuchungen über die grundlegenden Beziehungen zwischen Zusatzlast und Bewegungsgeschwindigkeit an Hand der Übung liegend Anreißen (Mahlo 1981 u. 1982).

Die Übung liegend Anreißen oder auch Bankziehen erwies sich sowohl im DRSV der DDR (Ramlow 1978; Bayer 1981, Stache/Uhlemann 1982) als auch im DRV der BRD (Nolte 1988, VI-VII; Pampus/Lehnertz/Martin 1989, 6; Letzelter/Letzelter 1990, 125) als valide und reliable Trainings- und Testübung für die Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit der Armzugmuskulatur. Die Beziehungen waren bis zur Ruderleistung zu verfolgen (a.d.a.O.) und haben im DRSV ein Niveau erreicht, welches die Anstrengungen zur Qualifizierung des Krafttrainings nicht mehr in einer wesentlichen Erhöhung der Norm- und Zielwerte suchen läßt, sondern in inhaltlich differenzierteren Erkenntnissen zur Strukturierung der Kraftfähigkeit.

Bei den Untersuchungen von Mahlo zeigten sich prinzipiell übereinstimmende funktionelle Beziehungen wie sie auch andere Autoren meist allgemein beschreiben (vgl. Kap. 4.1.1.). Unter dem Aspekt der Bewegungsgeschwindigkeit waren folgende Erkenntnisse von besonderem Interesse.

Für einmalige maximale Versuche mit variabler Zusatzlast ergab sich folgendes Bild:

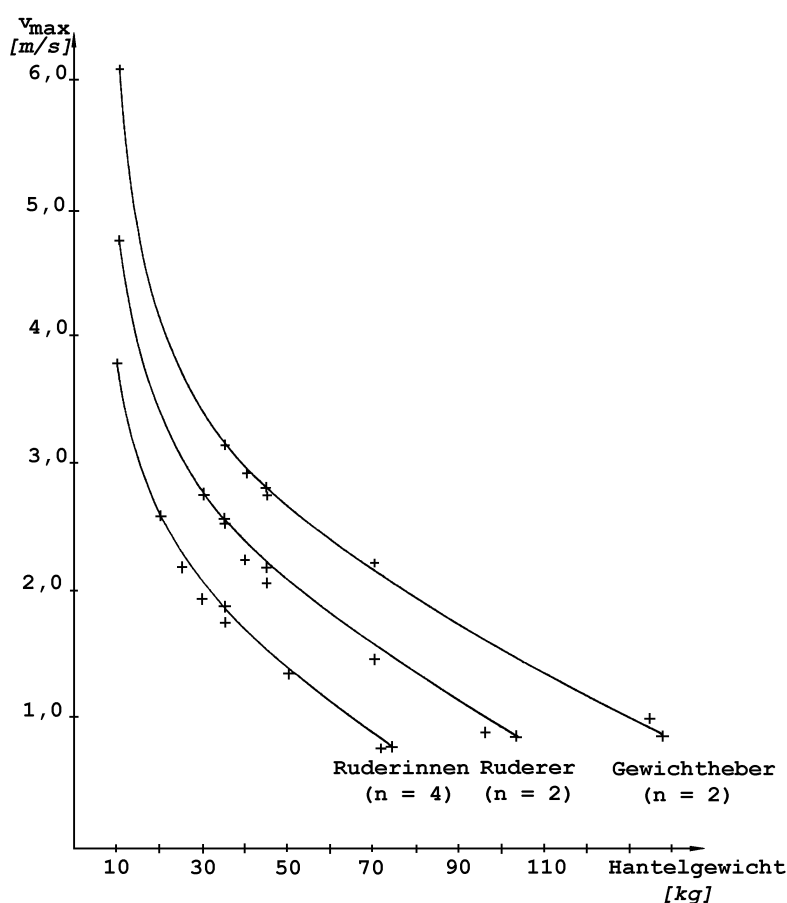


Abb.74: Funktionelle Abhängigkeit von maximaler Geschwindigkeit und zu hebender Last beim liegend Anreißen (Exponentialfunktion) von Sportlern unterschiedlicher Maximalkraftfähigkeit (nach Ergebnissen von Mahlo 1981 u. 1982; Bayer 1983, 39, Abb.2)

Die Ermittlung und Berücksichtigung von Beschleunigungskräften bei der Bestimmung der Gesamtkraft ergibt in Verbindung mit der Darstellung der entsprechenden Lasten im Verhältnis zur Maximalgeschwindigkeit bei gleicher Versuchsanordnung wie oben folgende Abhängigkeiten:

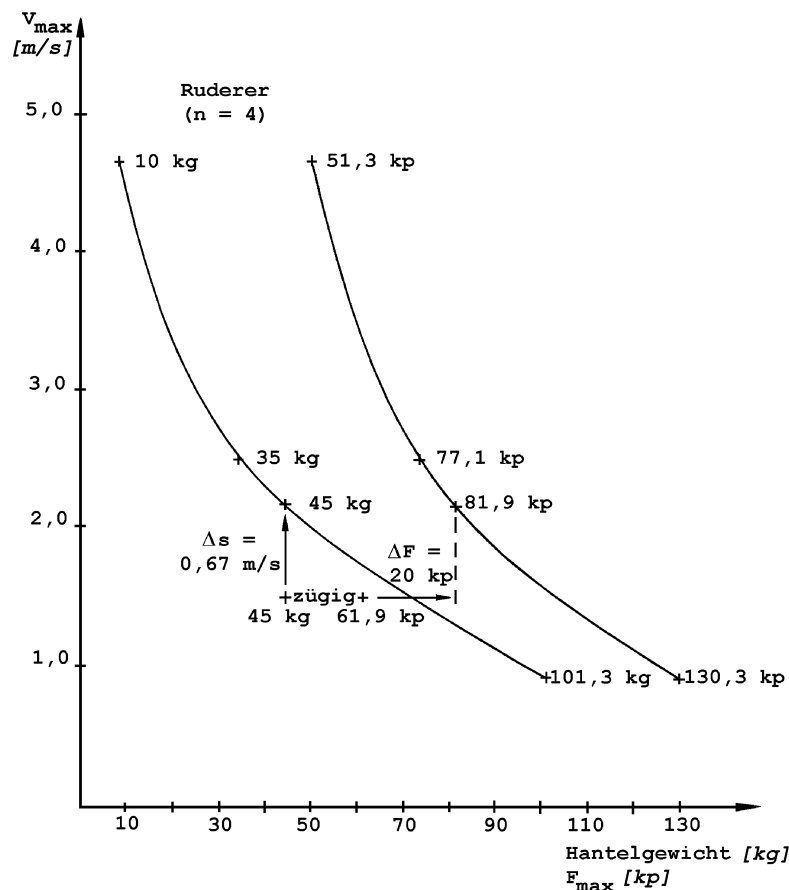


Abb.75: Funktionelle Abhängigkeit der maximalen Geschwindigkeit von der zu hebenden Last und der maximalen Gesamtkraft beim liegend Anreißen (nach Ergebnissen von Mahlo 1982, Bayer 1983, 40, Abb.3)

In Abbildung 75 sind außerdem Werte eingezeichnet, die eine nur zügige und nicht maximale Bewegungsausführung mit 45kg kennzeichnen, wie sie für längere Serien von Bewegungen im Kraftausdauerbereich typisch sind. Der Vergleich mit den entsprechenden Werten in der Funktionskurve bei maximalschneller Bewegungsausführung verdeutlicht auf Grund der geringeren Geschwindigkeit erheblich niedrigere Beschleunigungskräfte. Bei diesem Vergleich ist jedoch das Fehlen der dritten Dimension (WH-Zahl) zu berücksichtigen, welche ja bei Serien die geringere Bewegungsgeschwindigkeit bedingt.

In seinen Untersuchungen bestimmte Mahlo (1981) auch die Bewegungsimpulse (zum Zeitpunkt v_{\max}) bei unterschiedlichen Zusatzlasten und findet die gleiche Abhängigkeitsform für den Maximalimpuls von Zusatzlast und Bewegungsgeschwindigkeit (16, Abb.1) wie sie allgemein für die Leistung angegeben wird (vgl. Abb.15 der vorliegenden Arbeit). Die höchsten Maximalimpulse ergeben sich bei etwa 70% der Maximallast (a.a.O., 5). Auch Pampus/Lehnertz/Martin kommen bei gleichartigen Versuchen im Bankziehen zu ähnlichen Ergebnissen, obwohl sie sich bei der Bestimmung der Impulse stärker auf die Anfangsphase der Bewegung (0-3,5cm) beziehen. Dies trifft auch für jüngere Untersuchungen über die gesamte Bewegungsamplitude im Bankziehen und Beinstoß zu (Martin/Nicolaus 1995, 97ff.).

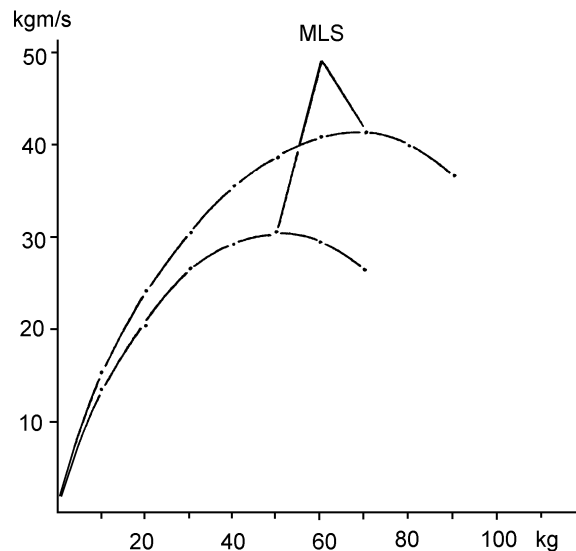


Abb.76: Abhängigkeit der Impulsgröße von der bewältigten Last (Pampus/Lehnertz/Martin 1989, 5, Abb.1)

Sie bezeichnen den Bereich der höchsten Impulse als Muskelleistungsschwelle (MLS) und damit als den Punkt, wo der Muskel mit seinem relativen Maximum der Energieübertragung arbeitet.

Für das Krafttraining mit Ausrichtung auf die Muskelleistungsschwelle konnten bisher keine signifikanten Vorteile gegenüber herkömmlichem Kraftausdauertraining nachgewiesen werden (Pampus/Lehnertz/Martin 1989, 7ff.; Nicolaus 1995). Eine wesentliche Ursache dafür dürfte in der Unvereinbarkeit einer gleichzeitigen Orientierung auf die Muskelleistungsschwelle und die Belastungsspezifität der Sportart (Zusatzlast und Wiederholungszahl) zu suchen sein.

Die hier aufgeführten Ergebnisse begründeten, trotz fehlender abschließender Aussagen die Aufnahme der Bewegungsgeschwindigkeit in das bestehende Belastungskennziffernsystem des Krafttrainings bis hin zu gesonderten Programmen (geschwindigkeitsorientiertes Kraftausdauertraining, Maximalkraft-/Schnellkrafttraining), was sich im Trainingsmittelkatalog (Trainingsjahr 1982/83) dokumentierte.

Insgesamt bestand damit ein bewährtes Belastungskennziffernsystem im Krafttraining, für dessen Erweiterung um die Bewegungsgeschwindigkeit viele Argumente sowie grundlegende theoretische und praktikable Erkenntnisse vorlagen. Dabei ist eine echte Erweiterung des Kennziffernsystems um die Bewegungsgeschwindigkeit gemeint und keine Ausrichtung der anderen Kennziffern auf die Bewegungsgeschwindigkeit (wie z.B. bei Harre/Leopold 1986, 290), die für das Schnellkraftausdauertraining von Sportarten mit hoher spezifischer Bewegungsgeschwindigkeit gültig ist. Gleichzeitig erwiesen sich aber die Handhabung im Krafttraining und die Kenntnisse noch als zu undifferenziert und die generalisierte und verabsolutierte Orientierung auf die Bewegungsgeschwindigkeit, vor allem auch im spezifischen Training, als überhöhte Forderung (Problemstellung der vorliegenden Arbeit). Aus diesem Grund behielt der Trainingsmittelkatalog als konkretes und komplexes Material des Krafttrainings in all seinen Bereichen (MK, KA, spezifisches Krafttraining) trotz seines Bezuges auf das Trainingsjahr 1982/83 und der vorrangigen Begründung auf das bestehende Belastungskennziffernsystem bis zum Trainingsjahr 1989/90 seine grundsätzliche Gültigkeit. Die in diesem Grundsatzmaterial enthaltenen Programme, methodischen Emp-

fehlungen und Trainingsdaten wurden jeweils aktualisiert. Die Bewegungsgeschwindigkeit spielte in diesem Grundansatz nur eine mittelbare und ungenügend geklärte Rolle.

Die Auswirkungen der Erkenntnisse der grundlegenden Untersuchungen von Mahlo (1981, 1982) blieben wie bereits erwähnt nicht auf das Krafttraining beschränkt. Das gesamte spezifische Training wurde schrittweise auf die Bewegungsgeschwindigkeit (Bootsgeschwindigkeit) ausgerichtet, so daß neben der vorher dominanten Steuerung und Trainingsbereichsgliederung nach physiologischen Auslenkungen (Hf, Laktat) eine Gliederung der spezifischen Trainingsbereiche nach prozentualer Prognosegeschwindigkeit erfolgte, die sich als effiziente Orientierung auf die Zielstellung (Prognosegeschwindigkeit) erwies, aber ebenfalls mit dem Problem der Intensivierung behaftet ist. Die Steuerung nach beiden Aspekten (physiologische Auslenkung und biomechanischer Effekt - in diesem Fall der Geschwindigkeit) liefert die notwendigen Erkenntnisse, da sie sich wechselseitig zu einer Gesamtaussage ergänzen, was bei einer einseitigen Orientierung nicht gegeben ist. Der Fähigkeitsaspekt ist aber auch damit nicht ausreichend repräsentiert.

La Mura (1990) weist analog zu Zaciorskijs Angaben für den Lauf (1971, 82) auf die Diskrepanz zwischen der prozentualen Bootsgeschwindigkeit und dem prozentualen Energieverbrauch hin und nimmt sie zum Anlaß einer Bestimmung von Vorgabege-
schwindigkeiten für das Rudertraining in Übereinstimmung mit dem Energieverbrauch (42-43). Diese Sicht ist ein Beispiel für ein kombiniertes Vorgehen. Ob dieses Vorgehen im Rudern zu neuen Erkenntnissen führen wird, bleibt jedoch abzuwarten, da z.B. im DRSV weder von der von La Mura als falsche Prämisse gekennzeichneten prozentualen Übereinstimmung von Bootsgeschwindigkeit und Energieverbrauch noch von einer Orientierung auf einen zu niedrigen Intensitätswert (bei La Mura 65%) der maximalen Intensität ausgegangen wurde.

4.5.1.2. Schlußfolgerungen für trainingsmethodische Untersuchungsansätze zur Vervollkommnung des Belastungsparametersystems im Krafttraining des Ruderns

Der Grundansatz besteht in der Erweiterung bzw. Ergänzung des bestehenden Belastungskennziffersystems im Krafttraining um den Faktor Bewegungsgeschwindigkeit, nicht aber in der Ausrichtung auf diese Größe. Damit ist speziellen Aspekten die komplexe Sicht übergeordnet.

Bei der Anwendung der Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskennziffer wurden mehrere, z.T. bereits erwähnte Widersprüche deutlich, die zumindest teilweise einer Lösung zugeführt werden müßten, um einen sichereren Beitrag zur gezielten Belastungsgestaltung und damit Leistungssteigerung leisten zu können. Die wesentlichste Ursache für diese Widersprüche ist das Ziehen von zu weitreichenden und damit falschen Schlüssen aus Erkenntnissen mit vorwiegendem Charakter von Grundlagenwissen (vgl. grundlegende Untersuchungen von Mahlo 1981 und 1982) auf Trainingsbereiche oder auf Zusammenhänge, für die diese Erkenntnisse nicht ohne weiteres anwendbar sind. So zeigte sich eine z.T. hohe Trainingswirksamkeit einer Geschwindigkeitsorientierung und daß einige Sportler ihre Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining deutlich variieren konnten, während dies bei anderen Sportlern nicht sichtbar wurde. Andererseits konnten die Geschwindigkeiten außerhalb von Untersuchungsaktivitäten nicht objektiviert werden, so daß zwar im Krafttraining eine Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit vom Sportler gefordert wurde, aber diese nicht oder unzureichend kontrolliert werden konnte. Die subjektive optische Kontrolle und die Bestimmung der Hubzeit durch den Trainer erwies sich als zu grob, fehlerhaft und unpraktikabel, aber auch als zu wenig informativ für den Sportler. Diese Lücke galt es durch weitere konkrete Erkenntnisse zu schließen und für eine bessere Orientierung zu sorgen. Die Hauptfrage nach der Rolle der Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskennziffer im Krafttraining bedarf der Lösung mehrerer Ansätze. In Weiterführung und Konkretisierung der Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit galt es zunächst, grundlegende Erkenntnisse in der Praxis des Krafttrainings zu erlangen. Die grundlegenden Untersuchungen der Beziehung von Zusatzlast und Wiederholungszahl zur Bewegungsgeschwindigkeit (vgl. 4.5.1.1.) galt es auf die Trainingspraxis auszuweiten. Dabei stellten sich, schlußfolgernd aus dem erreichten Stand, zur weiteren Untersuchung der Bewegungsgeschwindigkeit folgende Problemschwerpunkte.

- Neben den Fragen der Untersuchungsmöglichkeit und -praktikabilität unter den z.T. extremen Feldbedingungen des Krafttrainings an Land mittels Speedometrie war differenzierter zu klären, inwieweit die bisher verwendeten v_{\max} -Werte repräsentativ für die Bewegungsgeschwindigkeit sind.
- Von Interesse für die grundsätzliche Orientierung sind die Geschwindigkeiten von gleichen Übungen in unterschiedlichen Bereichen des Krafttrainings an Land (MK- und KA-Training), von unterschiedlichen Haupttrainingsübungen innerhalb eines Krafttrainingsbereiches, im semispezifischen Krafttraining (Ruderergometer) und die Relationen zueinander sowie zum spezifischen Rudervollzug.
- Die bessere Wertung und komplexere Einordnung der Bewegungsgeschwindigkeit in das Belastungskennziffersystem erfordert die Untersuchung des Zusammenhanges mit den anderen Belastungskennziffern des Krafttrainings wie Zusatzlast, Wiederholungszahl und Bewegungsfrequenz. Mit der Lösung dieser Frage ließe sich die Stellung der Bewegungsgeschwindigkeit im Belastungskennziffersystem verdeutlichen bzw. konkretisieren.

- Von besonderer Relevanz für trainingsmethodische Schlußfolgerungen ist die Frage, ob die Bewegungsgeschwindigkeit bei sonst gleichbleibenden Belastungskennziffern innerhalb von Belastungsserien (KA-Training) überhaupt signifikant erhöht werden kann und damit eine mögliche Belastungs- und Leistungsreserve darstellt. Auf diese Weise wäre der Schritt vom Grundlagenwissen zum angewandten Wissen zu realisieren.
- Im Zusammenhang mit der Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit stellt sich gleichzeitig die Frage nach der Veränderung damit verbundener komplexer Trainings- und Testkennziffern, aber auch von detaillierten Kennziffern (z.B. für Bewegungsteile).

Insgesamt ließe sich mit der Lösung dieser Problemschwerpunkte weitgehend darüber befinden, ob, in welchem Maße und mit welcher Spezifität sich die Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskennziffer im Krafttraining neben Zusatzlast, Wiederholungszahl und Bewegungsfrequenz empfiehlt.

4.5.2. Zum erreichten Stand der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Krafttraining des DRSV

4.5.2.1. Beschreibung der bisherigen leistungsstrukturell abgeleiteten trainingsmethodischen Grundlinie im Krafttraining des DRSV

Im Ergebnis theoretischer und praktischer Erkenntnisgewinnung entstand, wie in Kapitel 4.5.1. bereits teilweise beschrieben, ein ausgeprägtes Krafttrainingssystem im DRSV, welches in das Konditionstraining integriert war und mit anderen Trainingsbereichen, wie z.B. dem Techniktraining, korrespondierte. In Konkretisierung des Prinzips der „dynamischen Übereinstimmung“ der Mittel des Krafttrainings mit der Wettkampfführung (Verchosanskij 1971, 61ff.) läßt sich das Krafttraining generell und im DRSV im besonderen in spezifisches, semispezifisches, spezielles Krafttraining mit allgemeinen Mitteln und allgemeines Krafttraining einteilen. Als spezifisches Krafttraining sind demzufolge nur Trainingsmittel im Ruderboot mit der Realisierung der spezifischen Bewegungsstruktur als Ausführungsbedingung anzusprechen. Die konditionellen Anforderungen und damit die Belastungsgestaltung sind dieser Forderung zugeordnet, so daß nicht alle Formen des Wassertrainings oder Boottrainings mit hohen Kraftanforderungen automatisch die Kriterien eines spezifischen Krafttrainings erfüllen. Als geeignete Trainingsmittel sind Starttests, Kurz-, Mittel- und Langserien, Teilmannschaftsrudern, Rudern mit härterem Hebelverhältnis und die Verwendung von Hydrobremsen zu nennen. Die höheren Kraftwerte werden vor allem durch Unterdistancen, durch niederfrequente Bewegungsvarianten und widerstandserhöhende Veränderungen des Wettkampfgerätes provoziert. Als semispezifisches Krafttraining sind besonders die Formen des Ruderbecken- und Ergometertrainings anzusprechen. Hier hat die Belastungsgestaltung zur konditionellen Vervollkommnung einen höheren (eindeutig primären) Stellenwert, während an der Spezifik der Bewegungsstruktur (kinematisch und/oder dynamisch) Abstriche in Kauf genommen werden. Diese Erscheinung war auch bei der Verwendung von Hydrowiderständen am Ruderboot zu beobachten, so daß mit der Wahl deren Größe über die Spezifität dieses Trainingsmittels entschieden wird.

Das spezielle Krafttraining mit allgemeinen Mitteln zielt besonders auf die partielle Vervollkommnung der funktionellen Muskelgruppen des Ruderns (Bein-Hüft-Strecker, Rückenstrecker, Armzugmuskulatur) sowie der wesentlichsten Antagonisten. Ergänzt werden die genannten Trainingsmittel durch solche Trainingsformen mit Elementen des allgemeinen Krafttrainings wie allgemein-athletisches Training (a.a.T.), ergänzende Übungen (EÜ) und Kraftgymnastik.

Vom inhaltlichen Aspekt des Krafttrainings sind das Maximalkraft-, Kraftausdauer-, Schnellkraft-, Schnelligkeitsausdauer und Schnelligkeitstraining zu nennen. Das Maximalkraft- und Kraftausdauertraining wird in allen Krafttrainingsbereichen, also im spezifischen, semispezifische und speziellen Krafttraining mit allgemeinen Mitteln realisiert. Dabei vermischen sich die Aspekte der inhaltlichen und der dynamischen Übereinstimmung miteinander (z.B. spezifisches Kraftausdauertraining). Aus dieser Sicht der Sportpraxis erscheint eine Unterscheidung der beiden Aspekte als rein theoretisch, aber spätestens im praktizierten „spezifischen Maximalkrafttraining“ wird die Praxisrelevanz deutlich, wenn die für ein Maximalkrafttraining ungewöhnlich koordinativ-technischen Anforderungen und Probleme der Bewegungsdynamik zu bewältigen sind. Sowohl die gezielte Vervollkommnung von bestimmten Kraftfähigkeiten (z.B. Maximalkraft) als auch deren gezielte lokale Vervollkommnung erfordern den

speziellen Einsatz allgemeiner Trainingsmittel. Die ausschließliche Realisierungsmöglichkeit solcher Aufgaben durch diese Trainingsmittel macht deren Bedeutung auch für spezielle Trainingsziele plausibel.

Ob das nur im spezifischen und semispezifischen Bereich praktizierte Schnelligkeits- und Schnelligkeitsausdauertraining zu recht so bezeichnet wird, ist nicht nachgewiesen, aber als kraftfähigkeitsrelevante Trainingsformen sind sie zu berücksichtigen. Neben der Bewegungsschnelligkeit erfolgt innerhalb dieser Trainingsformen eine vordergründige Orientierung auf die Bewegungsfrequenz. Wenig praktiziert, aber von Mahlo (1979, 1987) für das spezifische Krafttraining aufgeführt, ist das spezifische Schnellkrafttraining mit Widerstandsreduzierung (verkürzte Außenhebel).

Die hier angesprochenen Krafttrainingsinhalte und -formen entstanden im Ergebnis systematischer Untersuchungen, Erprobungen und der Aufbereitung für die Trainingspraxis. Dies betraf das Kraftausdauertraining an Land (Hofmann/Wilke 1978), das spezifische Krafttraining (Mahlo 1979) und das Maximalkrafttraining (Bayer, 1983). Die von Mahlo (1979) auf der Grundlage seiner Erkenntnisse zum spezifischen Krafttraining angeregte trainingsmethodische Untersuchung der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit wurde von ihm (1981, 1982) durch stärker grundlagenorientierte und von Bayer (1983) durch stärker anwendungsorientierte Untersuchungen begonnen. Diese bezogen sich auf Grund der Komplexität des Problems und der Möglichkeiten der elementaren Erfassung vor allem auf die Übung liegend Anreiben mit Absetzen bzw. Bankziehen (vgl. Kap. 4.5.1.1.). Die ersten Erkenntnisse aus dem Vergleich unterschiedlicher Krafttrainingsvarianten im Febr./März 1981 (vgl. Bayer 1983) rückten besonders das zunächst frequenzorientierte Schnellkraftausdauertraining in den Mittelpunkt (vgl. Kap. 1) weiterer Untersuchungen (Mahlo, Bayer). In den 1983 erstellten Trainingsmittelkatalog der FG Krafttraining flossen die bis dahin erlangten Erkenntnisse in Form eines Maximalkraft-/Schnellkraft-Programmes mit allgemeinen Mitteln und eines Schnellkraftausdauer-Programmes mit allgemeinen Mitteln ein, die ihre positive Wirkung in trainingsmethodischen Untersuchungen unter Beweis gestellt hatten. Beide Krafttrainingsformen erbrachten eine Verstärkung des Trainingseffektes der Maximalkraft-, Kraftausdauer und semispezifischen Kraftfähigkeit (Bayer 1983). Mit den Ergebnissen von Mahlo (1981, 1982) wurden grundsätzliche Zusammenhänge transparent und das Verständnis der bestehenden Krafttrainingskonzeption erhöht, aber auch zunehmend überhöhte Schlüsse in die Trainingspraxis umgesetzt, ohne daß die notwendigen Grundfragen geklärt waren.

Die gesicherten Erkenntnisse zur Krafttrainingskonzeption wurden im genannten Trainingsmittelkatalog verankert und bildeten ein schlüssiges Gesamtkonzept des Krafttrainings (vgl. Trainingsmittelkatalog, 1983). Dieser am Beispiel des Trainingsjahres 1982/ 83 erstellte Trainingsmittelkatalog wurde jährlich in Form von Zuarbeiten für den betreffenden Rahmentrainingsplan (RTP) präzisiert als auch ergänzt und behielt damit generell bis zum Trainingsjahr 1989/90 seine Gültigkeit im Rahmen der Trainingsmethodischen Grundkonzeption trotz zwischenzeitlich unterschiedlicher inhaltlicher Auslegung durch den DRSV und die FG Krafttraining. Auf diese Weise flossen die sukzessiv erlangten Erkenntnisse zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit ebenso sukzessiv in die Gestaltung des Krafttrainings im DRSV ein und führten wieder zu inhaltlich einheitlicheren Auffassungen, ohne daß jedoch das Problem der Bewegungsgeschwindigkeit und der Schnellkraft- sowie Schnellkraftausdauerfähigkeit befriedigend abgeschlossen werden konnte (vgl. Kap. 1). Folgende Grundprämissen lagen dieser Krafttrainingskonzeption zu Grunde.

1. Das Krafttrainingskonzept ging von einer ganzjährigen Periodisierung aus und ordnete den Einsatz der Krafttrainingsprogramme zeitlich und hierarchisch. Die Periodisierung basierte bis zum Trainingsjahr 1984/85 auf der Vorstellung der einfachen Periodisierung nach Matwejew (1965, 1981) und damit einer Einteilung in Perioden, Abschnitte und Etappen (vgl. Bayer 1979, 16ff.). Mit dem Trainingsjahr 1985/86 erfolgte eine Einteilung des Trainingsjahres in vier Makrozyklen (MAZ) bzw. Mesozyklen (MEZ). Sowohl das Kraftausdauer- als auch das Maximalkrafttraining wurde mit unterschiedlicher Funktion und demzufolge unterschiedlichen Varianten (Inhalten) und Umfängen über das gesamte Trainingsjahr (einschließlich UWV) realisiert. Die Funktionen der Krafttrainingsprogramme reichten von der akzentuierten Vervollkommenheit grundlegender Leistungsvoraussetzungen (Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit) in der Vorbereitungsperiode bzw. 1.- 2. MAZ bis zur erhaltenden Funktion in Phasen der Transformation bzw. Vervollkommenheit spezifischer Kraftfähigkeiten in der Wettkampfperiode bzw. 3.- 4. MAZ.
2. Die grundsätzliche methodische Linienführung ist mit dem Prinzip der Reihung vom allgemeinen zum spezifischen Krafttraining zu beschreiben, d.h. in der Vorbereitungsperiode bzw. den ersten beiden MAZ stand besonders das Maximalkraft- und Kraftausdauertraining mit allgemeinen Mitteln im Vordergrund, während im 2. MAZ spezielle Krafttrainingsmittel hinzukamen, die im 3. MAZ schwerpunktmäßig in Form von Kurz- und Mittelserien angewendet wurden. Besonders im Frauenbereich wurden allgemeine, spezielle und spezifische Trainingsmittel über längere Zeiträume parallel eingesetzt, um durch fließende Übergänge die gegenseitige Transformation zu nutzen (Nivellierung der starken Niveauschwankungen der speziellen Kraftfähigkeiten und Verlängerung der Transformationsphase spezieller in semispezifische und spezifische Kraftfähigkeiten). Die angestrebten Höhepunkte der Ausprägungsniveaus lagen für die Maximalkraftfähigkeit im Febr./März bzw. 2. MAZ, für die partielle Kraftausdauerfähigkeit etwa April bzw. Ende 2. bis Anfang 3. MAZ und die semispezifische Kraftfähigkeit (A_{\max}) in der Wettkampfperiode bzw. 3. MAZ und unmittelbar vor dem Wettkampfhöhepunkt (UWV).
3. Die inhaltliche Gestaltung der trainingsmethodischen Linienführung bestand weiterhin in der Abfolge von Maximalkraft-, Kraftausdauer- und Schnellkraftausdauertraining, sowohl bei allgemeinen als auch bei semispezifischen und spezifischen Trainingsmitteln (Kurz- und Mittelserien, wettkampfspezifische Ausdauer). Diese Linienführung brach sich, ohne explizit ausgeführt zu werden, auch in der stark vorgegebenen Abfolge der Trainingsprogramme. Zur Vervollkommenheit der Maximalkraftfähigkeit wurde ein Maximalkraft-Standardprogramm (breite Übungsbasis, Methode maximaler Krafteinsätze) und ein Maximalkraft-/Schnellkraft-Programm (verringerte Übungsbasis, Methode submaximaler Krafteinsätze, Bewegungsausführung mit subjektiv maximaler Bewegungsgeschwindigkeit) eingesetzt, während der Erhalt über ein Maximalkraft-Kurz-Programm (minimales Übungsgut, Methode maximaler Krafteinsätze) angestrebt wurde. Die Abfolge des Kraftausdauertrainings mit allgemeinen Mitteln umfaßte sieben Programme, deren zeitlicher Einsatz ebenfalls vorgegeben war. Nach einem geringfügig belastungsreduziertem Programm (1) erfolgte die Erhöhung der Wiederholungszahl (bis Programm

3), anschließend der Zusatzlast (Programm 4) und dann der Bewegungsfrequenz (Programm 5 und 6). Das Schnellkraftausdauerprogramm (Programm 7) schuf neben der Frequenzorientierung (Programm 5 und 6) die Möglichkeit der gezielten Beeinflussung des Einzelzyklus. Es wurde im letzten Abschnitt der Vorbereitungsperiode bzw. 2. MAZ begonnen (Maximalkraft- und Kraftausdauerbasis bereits weitgehend entwickelt) und dann fortlaufend angewendet.

4. Alle Krafttrainingsprogramme sollten einen Beitrag zur vorrangig aerob-alaktaziden Energiegewinnung im Gesamttrainingsregime leisten oder zumindest nicht stören. Deshalb galten im Kraftausdauertraining Laktatwerte von 4 - 5 mmol/l als optimal, das Überschreiten des oberen Grenzwertes von 6 mmol/l dagegen als fehlerhaft. Die Folgen eines permanenten, wenn auch geringfügigen Überschreitens dieser Vorgaben erwies sich empirisch als weitaus schwerwiegender als dies aus formaler Sicht zu erwarten war (kurzfristig irreversible Leistungseinbrüche über mehrere Wochen).
5. Die Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten war, wie bereits erwähnt, Bestandteil des Konditionstrainings insgesamt. Dem wurde Rechnung getragen, indem Ausprägungsniveaus der betreffenden Kraftfähigkeiten angestrebt wurden, die ein optimales Kraft-Ausdauer-Verhältnis darstellen und demzufolge vorrangig der Beitragsfähigkeit zur gesamt konditionellen Befähigung verpflichtet waren. Die Überprüfung (Leistungsdiagnostik) erfolgte bei den allgemeinen Mitteln vorrangig an Hand der Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit der Armzugmuskulatur mittels der Übung liegend Anreißen mit Absetzen (LAmA) bzw. Bankziehen, da diese sich aus unterschiedlicher Sicht übereinstimmend als dafür prädestiniert erwies, und bei den semispezifischen Mitteln an Hand der semispezifischen Kraft (A_{\max}) und der aeroben Kraftausdauer (AKA) bzw. der komplexen Kraftausdauerfähigkeit (Summe der Arbeit im Wettkampfsimulationstest über 7min).
Prinzipielle Aussagen zum Ausprägungsniveau des semispezifischen Kraft-Ausdauer-Verhältnisses traf Mahlo (1979) und zum Ausprägungsniveau partieller Kraftfähigkeiten Bayer (1983).

Bei der pragmatischen Vervollkommnung dieser Ausgangspositionen in Richtung Bewegungsgeschwindigkeit ergaben sich nach anfänglichen Erfolgen Problemstellungen, die nicht schlüssig geklärt werden konnten.

Die Untersuchungen von Mahlo (1981, 1982) zur Bewegungsgeschwindigkeit an Hand des liegend Anreißen (Bankziehen) gingen von der Prämisse aus, daß die Armzugmuskulatur im Endzug eine Innenhebelgeschwindigkeit von 2,2 m/s (Frauen) bzw. 2,4 m/s (Männer) realisieren muß. Die mögliche prozentuale Zusatzlast für das Erreichen dieser Geschwindigkeiten betrug bei einem maximalschnellen Hub für die Frauen ca. 35% (1981) bzw. ca. 38% (1982) von der Maximallast. Abgesehen davon, daß diese Gewichte für einen einzigen schnellkräftigen Zug gelten, während die Geschwindigkeitsvorgaben des Innenhebels (2,2 bzw. 2,4 m/s) einen Durchschnittswert für den Wettkampf (über 200 Wiederholungen) darstellt, ist die Tatsache, daß diese Zusatzlast um etwa 20% bzw. 15kg unter der Zusatzlast für das Kraftausdauertraining läge, von entscheidender Bedeutung. Die möglichen Konsequenzen einer derartig drastischen Veränderung der Krafttrainingsgestaltung erfordern die schlüssige Klärung offener Probleme und entgegenstehender Aussagen. Ein Grundproblem des Krafttraini-

nings besteht im Finden eines Kompromisses zwischen der effektiven Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten und der Sicherung ihrer sogenannten Umsetzung in spezifische Leistungen bzw. Leistungsanteile. Diese unterschiedlichen Tendenzen äußern sich einerseits in einer effektiven Belastungsgestaltung durch gegenüber dem Wettkampf relativ hohe Bewegungswiderstände und andererseits durch eine möglichst starke Annäherung an die Bedingungen der Wettkampfübung (Hochmuth/Gundlach u.a. 1982, 21-23). Da beiden Aspekten nur begrenzt gleichzeitig entsprochen werden kann, gilt es diesen im Krafttraining permanent bestehenden Widerspruch im Zusammenhang mit anderen Trainingsbereichen durch einen Kompromiß mit dem Anspruch eines Optimums zu lösen. Die Übernahme der durchschnittlichen Bewegungsgeschwindigkeit des Innenhebels im Ruderwettkampf (2,2 bzw. 2,4 m/s) als Orientierungsgröße für die Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining der Armzugmuskulatur bzw. als Prinziplösung würde die Belastungsgestaltung innerhalb des Krafttrainings grundsätzlich ändern und wurde deshalb unter den gegebenen Voraussetzungen nicht vollzogen. Als wesentlicher Hintergrund ist dabei zu beachten, daß das Training mit leichteren Gewichten bzw. Geräten, mit dem Ziel, die Bewegungsgeschwindigkeit in der Wettkampfbewegung zu erhöhen, in der Trainingspraxis die Erwartungen nicht erfüllen konnte (Hochmuth/Gundlach u.a. 1982, 15). Andererseits ergaben sich bei anderen Untersuchungen der FG Krafttraining Ansätze zur Leistungssteigerung außerhalb der inhaltlich drastischen Veränderung des Krafttrainings durch eine Vervollkommnung der Krafteinsatzdifferenzierungsfähigkeit als einer koordinativen Teilfähigkeit (Borde 1987) und durch die Komplettierung der Kraftdiagnostikkette maximaler Krafteinsätze unter allgemeinen (partielle Maximalkraftfähigkeiten) und semispezifischen (maximale Durchzugskraft im Meßbecken - A_{\max}) Bedingungen mittels eines Starttests im Meßboot (F_{\max} 2.- 4. und 10.- 12. Schlag - Mahlo 1988; Dathe 1989).

Während eine derartige Einbeziehung der Bewegungsgeschwindigkeit auf der Grundlage solider Basiskraftfähigkeiten (Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit) bejaht werden konnte, blieb die Frage nach der Bedeutung der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit trotz detaillierter modellhafter Vorstellungen (Mahlo 1988, 30a, Abb.3) weitgehend unbeantwortet, da entsprechende Korrelationsuntersuchungen keine entscheidenden signifikanten Aussagen erbrachten (Mahlo 1981, 7; 1982, 10). Gesichert konnte lediglich die Beziehung zwischen Schnellkraft- und Maximalkraftfähigkeit werden (a.a.O.).

4.5.2.2. Schlußfolgerungen für trainingsmethodische Untersuchungen zur Überprüfung der Notwendigkeit einer Erweiterung des Fähigkeitsaspektes im Krafttraining des Rudersports

Die Untersuchungen zu diesem Themenkomplex sind dem Nachweis einer selektiven oder höheren Bedeutsamkeit der Schnellkraft- und/oder Schnellkraftausdauerfähigkeit gegenüber den bereits verifizierten Kraftfähigkeiten (partielle und komplexe Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit) für die Ruderleistung bzw. deren Subfaktoren zugeordnet. Diese Untersuchungen standen unter einem hohen Erwartungsdruck, da das positive Ergebnis bereits mehrfach postuliert und z.T. auch praktische Ableitungen getroffen wurden, ohne daß bisher der ausstehende Beweis erbracht werden konnte. Zur Lösung der entstandenen Problemsituation galt es, folgende Schlußfolgerungen zu realisieren:

- Auf der Basis einer Arbeitsdefinition der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Rudern sowie schlußfolgernd und weiterführend aus den bisherigen Erkenntnissen war eine geeignete Leistungsdiagnostik zu entwerfen, materiell-technisch abzusichern und in der Trainingspraxis zu erproben.
- Besonders zur Erlangung von Schnellkraftausdauerdaten mußte die Leistungsdiagnostik in der Lage sein, repräsentative Durchschnittswerte für Testleistungen von über 200 Wiederholungen zu liefern. Der hohe Aufwand für derartige Tests zwang zur Überprüfung von Möglichkeiten, Schnellkraftausdauer- und Kraftausdauer tests miteinander zu verbinden, bzw. gemeinsame und unterschiedliche Aussagemöglichkeiten zu prüfen. Dies galt auch für die Beziehungen von Maximalkraft- und Schnellkraftwerten.
- Den Erkenntnisschwerpunkt der Untersuchungen bildeten die Beziehungen zu erfassender Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerdaten zu in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen übergeordneten Fähigkeiten der gleichen Ebene, da auf der Basis von Erkenntnissen zu diesem Schwerpunkt erst Entscheidungen über das quantitative und qualitative Ausmaß von trainingsmethodischen Veränderungen des Krafttrainings im Rudern inhaltlich untersetzt werden können. Damit ist die Entscheidung für eine prinzipielle Beibehaltung der Belastungsgestaltung im Krafttraining mit der Belastungskennziffer Bewegungsgeschwindigkeit komplettiert oder eine grundsätzlich veränderte Belastungsgestaltung des Krafttrainings durch die Ausrichtung auf wettkampfspezifische Geschwindigkeiten (Armzugmuskulatur - Innenhebelgeschwindigkeit von 2,2 bzw. 2,4 m/s und analoges Vorgehen für die Rumpfstreckmuskulatur) verbunden.
- Eng mit der Lösung dieses Problems verbunden und diesem nachgeordnet ist das Problem der Möglichkeit einer Vervollkommnung entsprechender Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeiten durch Trainingsbelastungen im Krafttraining des Ruderns. Neben der grundsätzlichen trainingsmethodischen Beeinflußbarkeit betreffender Kraftfähigkeiten umfaßt dieser Schwerpunkt auch die effektive Gestaltung der Trainingseinflüsse.

Insgesamt bestehen also zwei umfangreiche, voneinander relativ unabhängig existierende und unterschiedlich bewertbare Problemkomplexe mit erheblicher Relevanz für die Gestaltung des Krafttrainings in Ausdauersportarten mit hochkomplexen konditionellen Anforderungen allgemein und für das Rudern im besonderen.

5. Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskennziffer im Krafttraining und zur Schnellkraft- sowie Schnellkraftausdauerfähigkeit in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns am Beispiel einer Haupttrainings- und -testübung

Zu diesem Themenkomplex sind außer den bereits erwähnten Untersuchungen und Ergebnissen weitere in den Trainingsjahren 1984/85 bis 1989/90 realisiert und z.T. DRSV-intern publiziert (Bayer 1986, 1988, 1989). Einige Ergebnisse (vor allem des Trainingsjahres 1989/90) sind noch nicht dargestellt worden. Insgesamt fehlt eine übersichtlich-systematisierende und besonders eine zusammenfassend-schlußfolgernde und damit abschließende Darstellung der Untersuchungen bzw. deren Ergebnisse. Zum grundsätzlichen Herangehen wurden in den Kapiteln 2. und 3. bereits Ausführungen vorgenommen.

5.1. Untersuchungsanlage

5.1.1. Fragestellungen und Hypothesen

Mit den Untersuchungen bestand das Anliegen, folgende zentrale Fragestellungen einer befriedigenden Lösung zuzuführen.

1. Stellt die gezielte Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit als weiterer Faktor zur Dosierung der objektiven Belastungsanforderungen innerhalb des Krafttrainings eine wesentliche Reserve für die Steigerung der Bewegungsleistung (Erhöhung der muskulären Antriebsleistungen) durch das Krafttraining dar ?

Die herkömmliche Gestaltung des Krafttrainings auf der Basis von Zusatzlast und Wiederholungszahl sowie Bewegungsfrequenz und Pausengestaltung läßt bei erfolgreicher Objektivierung und der Forderung nach Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit bei sonst gleichbleibenden Anforderungen die Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Mittel der Wiederholungszahl von Kraftausdaueranforderungen zu und gestattet auf diese Weise unter den gegebenen Voraussetzungen die Realisierung höherer Bewegungsleistungen im Krafttraining, wodurch eine positive Beeinflussung spezifischer Leistungsanteile angenommen werden kann. Die Nutzung des bestehenden Belastungsparametersystems erlaubt die Aussteuerung physiologischer Auslenkungen, die integrative Vervollkommnung des bestehenden Belastungsparametersystems und die direkte qualitative Steuerung des Einzelzyklus in der Zyklensfolge im Unterschied und in Ergänzung der Bewegungsfrequenzsteuerung.

2. Treten bei der Bewegungsaufgabe Geschwindigkeitssteigerung im Krafttraining Ausführungsvariationen auf und welche Adaptationen lassen diese bei der Anwendung der Geschwindigkeitsorientierung im Krafttraining erwarten?

Zur Realisierung der Bewegungsaufgabe Geschwindigkeitssteigerung im Krafttraining ist mit einer grundsätzlich ähnlichen Reaktion der Sportler zu rechnen. Diese durch die Forderung nach Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit induzierte Wirkung kann mit kinematischen und dynamischen Kennzeichen des spezifischen Leistungsvollzuges verglichen und hinsichtlich zu erwartender Transformationseffekte gewertet werden.

Die kinematische und dynamische Charakteristik der Sportlerreaktionen auf die Forderung nach Geschwindigkeitserhöhung (im Mittel) bildet außerdem eine konkrete Ableitungsebene einer für das Rudern relevanten Definition der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit sowie zu deren Diagnostik.

3. Weisen Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerwerte eine höhere Relevanz in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns auf als die entsprechenden bereits verifizierten Fähigkeiten der bisherigen Kraftfähigkeitsdiagnostik (Maximalkraft und Kraftausdauer)?

Trotz der eindeutigen Dominanz der Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit für die konditionelle Absicherung der Bewegungsgeschwindigkeit bei der Realisierung von Kraftausdaueranforderungen wird erwartet, daß die zusätzliche Berücksichtigung von Leistungsvoraussetzungen zur Realisierung höherer Bewegungsgeschwindigkeiten beim Überwinden anforderungsbezogener Bewegungswiderstände (Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit) eine weitere Aufhellung der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns im Sinne einer höheren Aufklärung der komplexen konditionellen Leistungsfähigkeit und entsprechende Schlüsse für die Trainingsstruktur erbringt.

4. Welche trainingsmethodisch-praktischen Schlußfolgerungen ergeben sich zur inhaltlichen Lösung des Widerspruchs von effektiver Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten einerseits und der Sicherung eines hohen Übertragungseffektes auf spezifische Leistungskomponenten andererseits im Krafttraining?

Die Untersuchungsergebnisse über die Art und die Bedeutung von Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit für die konditionelle Absicherung der Ruderleistung ermöglichen eine inhaltlich abschließende Vervollkommnung des Krafttrainingssystems für den Rudersport, welche die Entscheidung über Bezugsgeschwindigkeiten des spezifischen Leistungsvollzuges einschließt.

5.1.2. Untersuchungs- und Auswertungsmethodik

Um die Komplexität des biomechanischen und trainingsmethodischen Problems zu beherrschen und damit überhaupt erst einen praktikablen und effizienten Lösungsansatz zu schaffen, wird eine Prinzipiellösung an Hand der Haupttrainings- und Testübung liegend Anreißen mit Absetzen (LAmA) bzw. Bankziehen oder Armziehen angestrebt. Die untersuchungsmethodische Einengung auf diese Übung ist ein Selektionsergebnis auf der Basis von Voruntersuchungen bezüglich der Anforderungen, die an spezielle Krafttrainingsübungen generell und für die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit im besonderen zu stellen sind. Dazu gehört:

- die prinzipielle Übereinstimmung der kinematischen und dynamischen Grundcharakteristika der Übung mit ein oder mehreren wesentlichen Teilkörperbewegungen der Wettkampfübung,
- die Erhaltung der bewegungsstrukturellen Ähnlichkeit auch bei starker Variation der Belastungsdosierung inhaltlicher und quantitativer Art (MK-, KA- und SK-Anforderungen),
- die feste Integration in das System der Leistungsdiagnostik mit ausreichend ausgeprägten Gütekriterien,
- die Eignung für die untersuchungsmethodische Anwendung der Speedometrie,
- die relativ einfache und überschaubare Bewegungsstruktur sowie
- die gute Tolerierung der Belastungsanforderungen durch das Binde- und Stützgewebe.

Außer der Erfüllung dieser Anforderungen ist auf einen weiteren Grund für die Auswahl dieser Übung hinzuweisen. Die Leistungen im liegend Anreißen repräsentieren die Armzugmuskulatur. Der Armzug erwies sich als eine besonders relevante Teilbewegung des Ruderdurchzuges zur Untersuchung der Bewegungsgeschwindigkeit (vgl. Kapitel 4.2.). Eine allgemeine Kennzeichnung dieser Übung bietet sich an Hand kinematischer und dynamischer Grundverläufe an.

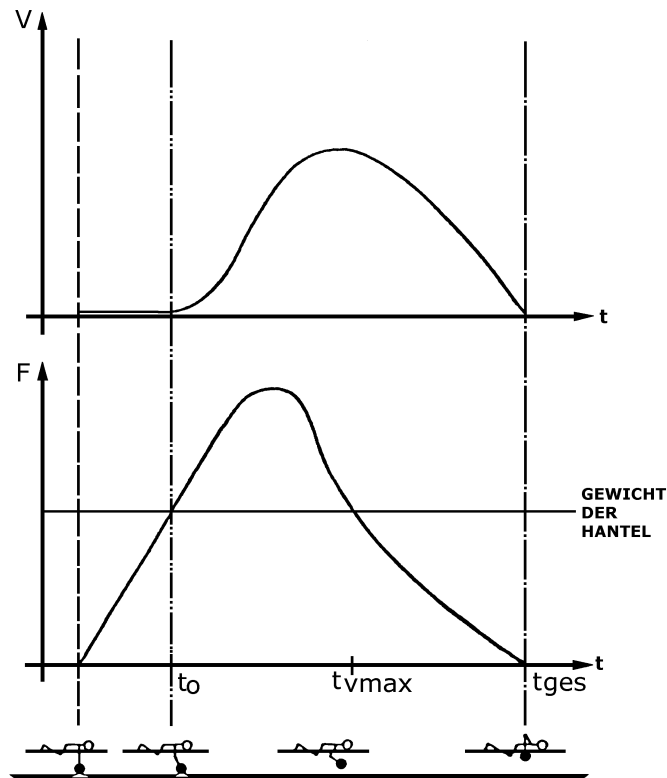


Abb.77: Typischer Geschwindigkeits-Zeit- und Kraft-Zeit-Verlauf beim liegend Anreißen mit Absetzen bzw. Bankziehen (Nolte 1988, VII, Abb.8)

Als hauptsächliche Muskelgruppen, die bei dieser Übung innerviert werden, wurden bei myografischen Untersuchungen folgende festgestellt:

- Oberarmspeichenmuskel (M. brachioradialis),
- zweiköpfiger Oberarmmuskel (M. biceps brachii),
- dreiköpfiger Oberarmmuskel (M. triceps brachii),
- vorderer Teil des Deltamuskels (M. deltoideus Pars clavicularis),
- mittlerer Teil des Deltamuskels (M. deltoideus Pars acromialis) und
- der Kapuzenmuskel (M. trapezius)

(vgl. Federle u.a. 1967, 44, Abb.4; Wittekopf/Schier 1976, 99, Abb.4). Diese Ergebnisse decken sich mit den Schlußfolgerungen, die sich aus funktionell-anatomischem Vorgehen für den Armzug im Rudern ergeben, werden aber dadurch noch ergänzt. So sind ergänzend folgende Muskelgruppen zu nennen:

- hinterer Teil des Deltamuskels (M. deltoideus Pars spinalis),
- großer Rundmuskel (M. teres major),
- breiter Rückenmuskel (M. latissimus dorsi) und
- der Armbeuger (M. brachialis)

(vgl. Gjessing 1980, XXI; Tittel 1981, 219,227).

Die Beteiligung von Muskeln des Armzuges (Oberarmspeichen- und zweiköpfiger Oberarmmuskel) konnte besonders im Vorder- und Endzug des Ruderdurchzuges nachgewiesen werden (Roth/Pas 1986, 31, Abb.5).

Bezüglich der Übung liegend Anreißen muß ergänzt werden, daß durch die Fixierung der Beine bei der Ausführung dieser Übung weitere Muskeln und Muskelgruppen isometrisch einbezogen werden (z.B. Rückenstrecker, Gesäß- und Wadenmuskulatur). Die Testbedingungen dieser Übung waren für die Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit normiert und wurden in dieser Konstruktion auch für die Tests zur Bewegungsgeschwindigkeit angewandt:

- Liegebrettstärke 8cm
- konstanter Hubweg; Frauen: 46cm, Männer: 54cm
- Kopf während des Hubes auf dem Liegebrett zur Verhinderung der Hyperlordosierung (Hohlkreuz) und des Oberkörpereinsatzes
- Übungsfrequenz 30 WH/min (Vorgabe durch Taktgeber)
- Testabbruch nach dreimaligem Nichtberühren des Liegebrettes mit der Hantel

Die Maximalkraftfähigkeit wird durch das maximale Gewicht (kg) repräsentiert, mit welchem diese Übung einmal realisiert werden kann. Die Kraftausdauerfähigkeit wird durch die Last ausgedrückt, mit der die Sportler in der Lage sind, 210 Wiederholungen zu absolvieren. Durch regelmäßige Leistungskontrollen und den Bezug der Krafttrainingsprogramme auf prozentuale Zusatzlasten wurde eine progressive Belastungsgestaltung im Krafttraining entsprechend des aktuellen Leistungsstandes der Sportler gesichert. Beim Bewältigen der 210 Wiederholungen im Kraftausdauer-test wird das Testgewicht und damit die Trainingslast automatisch um eine Stufe (absolut) erhöht (vgl. Kap. 4.5.2.1.).

Als wesentliche mögliche Bezugskennziffern der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen sind folgende zu nennen:

- die statisch erfaßte Maximalkraftfähigkeit der Armzugmuskulatur bei einem Ellbogengelenkwinkel von 90 Grad, wobei sich der Kraftangriffspunkt senkrecht unter dem Schultergelenk befand (kp, N),
- die spezifische Kraft im Meßbecken (A_{\max}),
- Kraftwerte im Starttest (2.-4. und 10.-12. Schlag),
- die aerobe Kraftausdauerfähigkeit im Meßbecken (AKA, bei 4mmol Laktat/l),
- die Arbeitssumme im Rennsimulationstest im Meßbecken über 7 Minuten (Summe Arbeit über 7min),
- diverse Meßbeckendaten mit mittelwertrepräsentierender Aussagemöglichkeit,
- die Platzierung im Ruderergometertest (Zeit für die Realisierung einer vorgegebenen Arbeit, die der Bewältigung einer 2000-m-Strecke entspricht) und
- die Platzierung in den Prüfungswettkämpfen des DRSV.

5.1.2.1. Untersuchungs- und Auswertungsmethodik zur Aufklärung der Bewegungsgeschwindigkeit

Neben der Normierung der anderen Belastungskennziffern galt es, mit den Untersuchungen die Bewegungsgeschwindigkeit und damit unmittelbar verbundene Kennziffern zu erfassen. Dazu wurde in Weiterführung der Untersuchungen von Mahlo (1981, 1982) auf die Speedometrie, welche besonders im Gewichtheben Anwendung fand, zurückgegriffen. Mit dieser Vorgehensweise eröffnete sich die Möglichkeit, bei sonst unveränderter Belastungsgestaltung des Krafttrainings und bestehender Tests zusätzliche Informationen über die Bewegungsgeschwindigkeit zu erlangen und damit einer ersten Prämisse - der zusätzlichen Aufklärung der Rolle der Bewegungsgeschwindigkeit bei der Beibehaltung der aktuellen Belastungsgestaltung - zu entsprechen. Bei dieser Speedometrievariante (FKS Leipzig) wird die vertikale Bewegung der Hantel oder anderer Geräte mittels einer Sehne in die Rotation einer Seiltrommel (Antrieb durch geringe Drehfederspannung) und über einen starr verbundenen Tachogenerator in ein analoges Spannungssignal gewandelt. Mittels Eichung und Kalibrierung eines angeschlossenen Digitalvoltmeters in Form eines Maximalwertspeichers (MWS 107 bzw. 134 - Technisch-Physikalischer Gerätebau Dresden) konnte der maximale Geschwindigkeitswert ermittelt werden. Die Darstellzeit war stufenlos regelbar, so daß eine Anpassung an die informellen Rahmenbedingungen möglich war. Die Eichung und Grundkalibrierung des Maximalwertspeichers erfolgte auf der Basis eingehender Messung und Testung des Speedometers durch Mitarbeiter der Forschungs- und Entwicklungsstelle des DRSV (vgl. Hoffmeister/Karl, 1984). Der Maximalwertspeicher gehört der Genauigkeitsklasse 0,5 an. Die durch den Tachogenerator erzeugte Spannung erwies sich als eindeutig linear abhängig von der Drehgeschwindigkeit der Seiltrommel (a.a.O.). Dieser Sektor war also durch eine hohe Reliabilität gekennzeichnet. Neben dieser digitalisierten Objektivierung des Maximalwertes der Geschwindigkeit bestand die Möglichkeit, das Spannungssignal des Tachogenerators analog mittels Einkanalschreiber (TSS 101 - Meßgerätewerk Zwönitz) in Form einer Geschwindigkeits-Zeit-Kurve darzustellen. Die beiden Geschwindigkeitsanalyseverfahren ermöglichen durch ihre Kombination die Erlangung von geschwindigkeitsabhängigen Daten wie z.B. Beschleunigungen, Kräfte, Impulse u.dgl.m. sowie die gegenseitige Kontrolle zur Sicherung der Reliabilität. Dies war insbesondere zur Kompensation des möglichen dynamischen Meßfehlers des Einkanalschreibers (bis zu minus 10%, Bedienungsanweisung 1975, 5) notwendig. Während für die Messung der Geschwindigkeit einmaliger Bewegungen eine zufriedenstellende Authentizität relativ unaufwendig zu erreichen war, stellten sich bei Übungs- und Testserien mechanische Störeinflüsse ein, die eine manuelle Kontrolle jeder Geschwindigkeits-Zeit-Kurve bei der Erstellung von Daten über die Maximalgeschwindigkeit hinaus notwendig machte. Damit besteht das Problem der Objektivität, die innerhalb dieser Untersuchungen auf Grund der ausschließlichen Auswertung der Ergebnisse durch den Autor als systematischer Fehler zu klassifizieren ist. Die Bearbeitung der Geschwindigkeits-Zeit-Kurven bezog sich vor allem auf deren Glättung bei auftretenden Schwingungen, das Auszählen von Zeiten bestimmter Ereignisse (z.B. v_{\max}) und der Berechnung einfacher abhängiger Daten (z.B. Beschleunigung). Mit dieser Untersuchungsmethodik war die Hantelbewegung der Objektivierung zugänglich, aber über die Vorgänge in der statischen Phase (Kraftverlauf an der Hantel vor Beginn der Bewegung) waren nur zum Teil und indirekt über physikalisch belegbare Schlüsse Informationen zu erlangen.

Zum Vergleich normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführungen bei Kraftausdaueranforderungen wurden neben biomechanischen auch physiologische Daten (Laktat) herangezogen.

Zur Bildung repräsentativer Mittelwerte bei Serienbelastungen des Kraftausdauertrainings und Kraftausdauertests (210 WH) erwies sich die Registrierung jedes 4. bis 5. Wertes als ausreichend. Die Erfassung von weniger Werten (z.B. jeder 10.) rief geringe, aber nachweisbare Abweichungen vom Mittelwert aller Werte hervor, die zu Unsicherheiten in der Rangfolge der Sportler bei geringen Differenzen führen können, während die Registrierung aller oder jedes 2. bis 3. Wertes den Aufwand der Mittelwertbildung enorm erhöht, ohne das Ergebnis wesentlich zu verändern. Der Einsatz eines Rechners im Verbund mit dem Maximalwertspeicher ist technisch möglich, aber kaum vertretbar. Auch bei Verfügbarkeit eines entsprechenden Rechners empfiehlt sich sein Einsatz auf Grund des hohen Transport- und Installationsaufwandes sowie der rauen Feldbedingungen des Krafttrainings erst nach entsprechenden Untersuchungsergebnissen für Tests unter laborähnlichen stationären Bedingungen. Die grundlegenden Daten aus der Kombination von Speedometrie (Maximalwertspeicher) und Analogschrieb sind:

- v_{\max} (cm/s)
- $t_{v\max}$ (s) und
- t_{ges} (s).

Weitere Geschwindigkeitswerte sind durch das Bilden von Verhältnisgleichungen zur Maximalgeschwindigkeit und die Bestimmung betreffender Zeitintervalle ermittelbar. Werte, die aus diesen Grunddaten errechnet werden (z.B. mittlere Beschleunigungen, mittlere Beschleunigungskräfte, Impulse, Arbeits- und Leistungswerte) erheben weniger den Anspruch auf die exakte Beschreibung der vorliegenden biomechanischen Verhältnisse, als vielmehr auf die Beschreibung prinzipieller Zusammenhänge. Hier eignen sich vor allem die gängigen Mittel der beschreibenden Statistik. Da spezielle Probleme der Auswertungsstatistik mit speziellen inhaltlichen Aussagen verbunden sind, soll auf eventuelle Abweichungen oder Differenzen von den gängigen statistischen Verfahren im Zusammenhang mit der Ergebnisdarstellung verwiesen werden.

Für die Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit wurde zunächst von der folgenden Arbeitsdefinition ausgegangen, wonach es sich bei der Schnellkraft- bzw. Schnellkraftausdauerfähigkeit um die Fähigkeit handelt, einen bzw. zyklische Krafteinsätze mit hoher Bewegungsgeschwindigkeit zu realisieren. Danach kann bei standardisierten Testbedingungen die Schnellkraft bzw. Schnellkraftausdauerfähigkeit durch die Bewegungsgeschwindigkeit objektiviert werden.

Als Grundprämisse erfolgte der Entwurf eines Schnellkraft- und Schnellkraftausdauer-tests mit der Ausrichtung auf Zusatzlasten, welche bei einmaliger maximal schnellkräftiger Bewältigung für die Sportler mit der höchsten Ausprägung der Kraftfähigkeit die Realisierung von v_{\max} -Werten zuließ, die im Bereich der Innenhebelgeschwindigkeiten des Ruderwettkampfes (2,2 bzw. 2,4m/s) lagen. Die Testbedingungen entsprachen dem Maximalkraft- und Kraftausdauer-test im liegend Anreißen. Alle Sportler erhielten das gleiche (absolut) Gewicht. Über die Werte der realisierten Bewegungsgeschwindigkeit erhielten alle Sportler während des Tests regelmäßige Informationen. Vor jedem Test wurden die Sportler über den Inhalt und den Ablauf des Tests informiert, um sicherzustellen, daß sie Anliegen und Bewertungskriterien verstanden. Auch bei langjährig trainierenden Sportlern erwies sich die Testeinführung als sinnvoll, da immer wieder diffuse oder sogar falsche Vorstellungen und Unsicherheiten auftraten. Auf Grund der inhaltlichen Schwerpunktorientierung auf die Schnellkraftausdauerfähigkeit wurden eventuelle Einflüsse auf die Schnellkraftfähigkeit durch unmittelbar vorher systematisch zu absolvierende maximalkräftige Anforderungen (vgl. Güllich 1996) nicht untersucht.

Für die Schnellkraftfähigkeit stand die Maximalgeschwindigkeit eines schnellkräftigen Versuches (2-3 Versuche insgesamt) und für die Schnellkraftausdauerfähigkeit der Mittelwert der v_{\max} -Werte für 210 Wiederholungen (40-50 zufällig ausgewählte Meßwerte). Neben der Beschreibung mit Hilfe von Mittelwert und Streuung waren in Bezug auf diese Werte besonders statistische Aussagen zur Relevanz und Stellung in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen gefragt. Die Lösung einer solchen Aufgabe für einen neuen Faktor assoziiert die Anwendung der Faktoranalyse. Nach eingehender Prüfung inhaltlicher und mathematisch-statistisch geforderter Voraussetzungen wurde jedoch bewußt auf diese Verfahren verzichtet, um der berechtigten Kritik an der Anwendung der Faktoranalyse bei Nichtvorhandensein der notwendigen Voraussetzungen zu entsprechen. Inhaltliche Einwände resultieren besonders aus der Aufgabe, einen neuen Faktor im Range einer neuen Dimension aufzuklären. Bös/Mechling (1983) weisen in Auswertung eigener und von anderen Autoren getroffener Schlüsse auf die mangelnden dimensionsanalytischen Möglichkeiten der Faktoranalyse bei Faktoren, die keine möglichst einfache (elementare) Dimension darstellen, hin (13-14, 218). Gerade diese Prämisse für den Einsatz der Faktoranalyse zu dimensionsanalytischen Aussagen (vgl. Clauß/Ebener 1978, 353) bestand im vorliegenden Untersuchungsansatz nicht, da dieser auf den Nachweis der komplexen konditionellen Fähigkeiten Schnellkraft- und Schnellkraftausdauer, nicht aber der relativ elementaren Schnelligkeit ausgerichtet ist. Hier besteht ein grundsätzlicher Widerspruch zwischen dem Untersuchungsansatz und der geforderten relativen Unabhängigkeit der Faktoren.

Weitere Einwände ergeben sich aus der Forderung mathematisch-statistischer Voraussetzungen wie dem Mindeststichprobenumfang von 50 (Clauß/Ebener 1978, 370) sowie

einer Normalverteilung und einer linearen funktionellen Abhängigkeit, da die Faktoranalyse vom Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten ausgeht (a.a.O., 369). Gerade die letztgenannte Voraussetzung kann auf Grund der im Kapitel 4.3. dargestellten Erkenntnisse nicht vorausgesetzt werden.

Auf Grund der Besonderheiten von Untersuchungen im Leistungssportbereich (mangelnde oder fehlende Normalverteilung, fehlende Kontrollgruppe, geringe Population) erfolgt eine Orientierung auf gegenüber Unzulänglichkeiten der Normalverteilung robuste Verfahren auf der Basis des T-Test (Krause/Metzler 1988, 138). Dazu sind Korrelations- und Regressionsanalysen zu rechnen. Die Normalität sollte dabei dem David-Test (a.a.O., 138) genügen. Da die angegebenen Analysen auf linearen Funktionen beruhen, ist der Funktionstyp zumindest stichprobenartig an Hand von Kurvenanpassungen zu überprüfen (vgl. Donda u.a. 1986, 178ff.; Schwanitz 1987, 111; Romanautzky 1987, 45f.). Die Unterschiedlichkeit von Korrelationskoeffizienten soll bei Bedarf auf Signifikanz geprüft werden (vgl. Lohse/Ludwig/Röhr 1986, 235ff.). Die Ansiedlung der Untersuchungen im Hochleistungsbereich des DRSV führte zu der im Leistungssport gängigen Einschränkung, daß es nicht gelang, die Population in Untersuchungs- und Kontrollgruppen zu differenzieren, wie es für ein pädagogisches Experiment wünschenswert ist.

5.1.3. Untersuchungspopulation, -zeitraum und Kooperation

Die Untersuchungen erfolgten vorrangig im weiblichen und zum Teil im männlichen Seniorenbereich des DRSV der DDR (Nationalmannschafts- und Olympiakader). Dies ermöglichte die Aufnahme von repräsentativen Trainingswerten (Höhentrainingslager - T II Bulgarien) und von Trendwerten für die Einschätzung der Entwicklung im Trainingsjahresverlauf. Da die Untersuchungspopulation auf Grund dieser Anbindung entsprechend den Möglichkeiten und unterschiedlichen Bedingungen stark variierte, erfolgen konkretere Angaben bei der Darstellung der Ergebnisse.

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich vom Trainingsjahr 1984/85 bis zum Trainingsjahr 1989/90, also bis zum Ende des Bestehens des DRSV der DDR.

Zur Sicherung der Untersuchungen und paralleler Maßnahmen waren auf Grund der hohen Komplexität vielfältige Kooperationsleistungen erforderlich:

Verbandstrainer des DRSV (Frauen - J. Grobler Männer - Prof. T. Körner Dr. H. Eckstein) und Gemeinschaft der Club- trainer	- Absicherung der Experimente und Diagnostikmaßnahmen
FG Rudern der Sportärztlichen Hauptberatungsstelle Berlin (Dr. W. Wolf) und Nationalmannschaftsarzt Frauen (Dr. B. Gebauer)	- Erfassung physiologischer Daten
FG Rudertechnik des Instituts für Sportwissen- schaft der Humboldt Universität zu Berlin (Prof. Dr. R. Buchmann)	- Bereitstellung und Interpreta- tion von Meßbootdaten
Abteilung Forschung/Entwick- lung des DRSV (Dipl.-Ing. M. Hoffmeister, Ing. Ing. L. Karl)	- Wartung der Speedometrianlage und materielltechnische Beratung

5.2. Ergebnisse der Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit als Belastungskennziffer im Krafttraining

Zu diesem Schwerpunkt galt es zunächst, grundlegende Erkenntnisse zu erlangen, die Auskunft über die Eignung der Speedometrie für Untersuchungen der Bewegungsgeschwindigkeit unter den Feldbedingungen des Krafttrainings und die grundsätzlichen Geschwindigkeitsverhältnisse in den unterschiedlichen Bereichen des Krafttrainings (Maximalkraft-, Kraftausdauer- und spezifisches Krafttraining - Kurzserie) gaben.

In einer Voruntersuchung mit 11 männlichen Probanden (Senior-B-Kader) im Juni 1984 ergaben sich bei einem Vergleich der Daten für einen schnellkräftigen Zug im liegend Anreißen mit 80 und 40kg folgende Werte bei einer durchschnittlichen Maximalkraftfähigkeit von 101,59kg dieser Sportler bei dieser Übung:

		80kg		40kg	
		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.	
		(n=11)		(n=11)	
v_{\max}	(m/s)	1,26	0,11	2,36	0,15
$t_{v\max}$	(s)	0,38	0,040	0,26	0,018
t_{ges}	(s)	0,56	0,048	0,32	0,017

Mwt. - Mittelwert

Strg. - Streuung

Aus diesen elementaren Daten lassen sich relativ leicht weitere bestimmen, wie z.B.

- die mittlere Geschwindigkeit des Gesamthubes nach der Beziehung

$$v_{\text{mit}} = 0,54\text{m} / t_{\text{ges}}$$

- die mittlere Beschleunigungskraft für den Abschnitt t_0 bis $t_{v\max}$ nach der Beziehung

$$F_{b,v\max} = m \times a = m \times v_{\max} / t_{v\max}$$

- die mittlere Gesamtkraft für den Abschnitt t_0 bis $t_{v\max}$ nach der Beziehung

$$F_{\text{ges},v\max} = F_G + F_{b,v\max} \quad (F_G = \text{Gewichtskraft})$$

- den Impuls zum Zeitpunkt $t_{v\max}$ nach der Beziehung $I_{v\max} = m \times v_{\max}$

- den mittleren Impuls des Gesamthubes (t_0 bis t_{ges}) nach der Beziehung $I_{\text{mit}} = m \times v_{\text{mit}}$

- die mittlere Gesamtleistung für den Abschnitt t_0 bis $t_{v\max}$ nach der Beziehung

$$P_{\text{ges},v\max} = P_{b,v\max} + P_{\text{hub},v\max} \quad (P_{\text{hub}} = \text{Hubleistung})$$

$$= F_{\text{ges},v\max} \times v_{\max}$$

$$P_{b,v\max} = F_{b,v\max} \times v_{\max}$$

$$P_{\text{hub},v\max} = F_G \times v_{\max}$$

- und die mittlere Gesamtleistung des Gesamthubes (t_0 bis t_{ges}) nach der Beziehung

$$P_{\text{ges},v\text{mit}} = I_{\text{mit}} / t_{\text{ges}} \times v_{\text{mit}}$$

$$= F_{\text{ges},v\text{mit}} \times v_{\text{mit}}$$

$$= P_{b,v\text{mit}} + P_{\text{hub}}$$

In dem Bewußtsein, daß diese Werte die wirklichen biomechanischen Vorgänge nur prinzipiell und schematisiert widerspiegeln können, wurden analog zu den Ausgangsdaten folgende Werte berechnet (Die weitgehende Beibehaltung der Maßeinheit kp resultiert aus dem Bestreben, eine anschauliche Vergleichbarkeit der Daten mit den Belastungskennziffern der Krafttrainingspraxis zu erhalten.):

		80kg		40kg	
		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.	
		(n=11)		(n=11)	
v_{mit}	(m/s)	0,91	0,069	1,54	0,046
F_{vmax}	(kp)	107,23	2,01	77,93	3,97
I_{vmax}	(kgm/s)	100,87	9,03	94,51	6,16
I_{vmit}	(kgm/s)	77,64	6,38	61,60	1,84
$P_{ges,vmax}$	(kpm/s)	135,35	12,52	84,54	19,97
$P_{ges,vmit}$	(kpm/s)	91,72	9,72	103,54	9,94

(vgl. Bayer 1986, 5-8)

Die Auswertung der Korrelationsmatrizes (80kg-Werte untereinander, 40kg-Werte untereinander sowie 80kg- und 40kg-Werte zueinander) ergab, daß

- zwischen dem Geschwindigkeitsmaximum (v_{max}) und der Zeit seines Erreichens (t_{vmax}) keine gesicherte Beziehung besteht,
- zwischen dem Geschwindigkeitsmaximum (v_{max}) und der mittleren Gesamtkraft (F_{vmax}) eine signifikante (sehr signifikant) Beziehung besteht,
- die v_{max} -Werte in hohem Maße Daten, die den Gesamthub beschreiben, wie t_{ges} , v_{mit} , F_{vmit} , I_{mit} und $P_{ges,mit}$ repräsentieren (sehr signifikant),
- die v_{max} -Werte eine gesicherte Abhängigkeit von der Maximalkraftfähigkeit im liegend Anreißen bzw. Bankziehen zeigen und
- die v_{max} -Werte auch Ausdruck des maximalen Impulses (I_{vmax}) zum Zeitpunkt t_{vmax} und der mittleren Gesamtleistung von t_0 bis t_{vmax} ($P_{ges,vmax}$) sind (vgl. Bayer 1986, 7 u.37).

Damit war der Nachweis erbracht, daß die maximale Geschwindigkeit eine repräsentative Größe für Aussagen über die Gesamtbewegung liegend Anreißen darstellt.

Zwei Sportler der Population absolvierten außerdem einen Schnellkraftausdauerstest mit 40kg Zusatzlast. Dabei wurde jeder zehnte Wert bestimmt ($m=21$). Die intraindividuell berechneten Korrelationen der v_{max} -, t_{vmax} - und t_{ges} -Werte waren im Unterschied zum interindividuellen Vergleich hochsignifikant.

Diese Ergebnisse wurden zur Einführung der Maximalkraft-/Schnellkraft-, Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerdiagnostik genutzt (s. Kap. 5.3.).

Für die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit waren im Anschluß an die elementare Aufklärung der Größe v_{max} in der Voruntersuchung die grundsätzlichen Geschwindigkeitsverhältnisse in den verschiedenen Leistungstests und Bereichen des Krafttrainings von besonderem Interesse. Schlußfolgernd aus der Voruntersuchung wurde für das Wasserlager der Männer im Nov. 1984 ein Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerstest konzipiert, der jedoch von Trainern kurzfristig zugunsten eines Kraftausdauerstests abgesetzt wurde. Deshalb wurde zu diesem Zeitpunkt je ein schnellkräftiger Zug mit 80kg (Ausdruck der Maximalkraft-/Schnellkraftfähigkeit) und dem einheitlich vorgegebenen Kraftausdauerstestgewicht von 55kg (Schnellkraftfähigkeit) sowie bei zufällig ausgewählten Sportlern der gesamte Kraftausdauerstest (Ziel 210 Wiederholungen) objektiviert. Von elf Sportlern, bei denen der Kraftausdauerstest gemessen wurde, erreichten zwei die angestrebte Wiederholungszahl, so daß deren Werte als Ausdruck der Geschwindigkeitsverhältnisse beim Kraftausdauerstest (21 Werte) gelten können.

Tab.3: Geschwindigkeitsverhältnisse beim einmaligen Heben hoher (80kg) und mittlerer (55kg) Lasten sowie bei Serienbelastungen (55kg, 210 Wiederholungen) des Kraftausdauertests im liegend Anreißen bzw. Bankziehen (Bayer 1986, 9,11)

		Riemenbereich		Skullbereich	
		Mwt. / Strg. (n=71)		Mwt. / Strg. (n=12)	
<u>80kg:</u>					
v _{max}	(m/s)	1,18	0,14	1,19	0,14
t _{vmax}	(s)	0,32	0,051	0,32	0,068
t _{ges}	(s)	0,62	0,096	0,64	0,091
F _{ges,vmax}	(kp)	111,12	5,72	111,64	5,72
P _{ges,vmax}	(kpm/s)	132,39		20,95	133,58 18,86
<u>55kg:</u>					
v _{max}	(m/s)	1,81	0,17	1,78	0,14
t _{vmax}	(s)	0,31	0,044	0,33	0,028
t _{ges}	(s)	0,41	0,041	0,43	0,023
F _{ges,vmax}	(kp)	88,37	7,15	85,55	3,78
P _{ges,vmax}	(kpm/s)	160,83	26,75	152,52	16,45
(n= 2)					
<u>55kg/210 WH:</u>					
realis. ZL	(%)	53,0	2,83		
v _{max} (1 WH)	(m/s)	1,92	0,13		
t _{vmax} (1 WH)	(s)	0,28	0,049		
t _{ges} (1 WH)	(s)	0,39	0,035		
v _{max} (Mwt.)	(m/s),	1,18	0,028		
(m=21)					
t _{vmax} (Mwt.)	(s),	0,35	0,021		
(m=21)					
t _{ges} (Mwt.)	(s),	0,61	0,000		
(m=21)					

Diese Ergebnisse bestätigen und ergänzen die der Voruntersuchung. Zwischen Riemen- und Skullbereich konnten keine sicheren Unterschiede in den untersuchten Daten nachgewiesen werden. Auch die Beziehungen der Werte untereinander entsprechen denen der Voruntersuchung. Das betrifft auch die vergleichsweise geringe oder fehlende Korrelation der t_{vmax}-Werte zu den anderen Daten. Die Maximalgeschwindigkeit betrug im Durchschnitt der 210 Wiederholungen etwa 50% der Innenhebelgeschwindigkeit während des Wettkampfes im Ruderboot. Das Objektivieren von Bewegungsgeschwindigkeiten in derartig langen Serien und rauen Feldbedingungen erwies sich auch als ein schwieriges technisches Problem, so daß neben den inhaltlichen Problemstellungen auch auf diesem Gebiet Aufgaben zu lösen waren, um die zunächst hohe gerätetechnische Ausfallquote bei Serienbelastungen zu verringern.

Zur Ermittlung der Geschwindigkeitsverhältnisse im Krafttraining erfolgte im Höhentrainingslager T II (Bulgarien) der Frauen im Januar 1985 als einem zentralen Schwerpunkt des Krafttrainings die Untersuchung von unterschiedlichen Trainings-

übungen und unterschiedlichen Trainingsinhalten (Maximalkraft- und Kraftausdauertraining). Bei den Übungen handelte es sich um Hauptübungen des speziellen Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln, welche zusammen den Maximalkraft-Dreikampf bildeten. Dies waren das liegend Anreißen (LA) bzw. Bankziehen, das Bankdrücken (Bdr.) und als Komplexübung der Zug der Hantel bis zum Rippenbogen (Z.z.R.) bzw. über den gleichzeitig als Höhenorientierung dienenden Hebergürtel. Zunächst wurden im Maximalkrafttraining die Geschwindigkeitswerte für diese Übungen bestimmt. Hierbei erwies sich das Bankdrücken als ungeeignet für die Untersuchungen, da bei dieser Übung im Maximalkrafttraining die Geschwindigkeit z.T. bis auf Null zurückgeht und die Ermittlung von Zeitintervallen auch auf Grund der unregelmäßigen und unkontrollierbaren Hubhöhe nicht sinnvoll ist. Für die verbleibenden zwei Übungen, für die auf Grund der geringen Wiederholungszahl im Maximalkrafttraining (80 bis 100% der maximalen Zusatzlast) die Werte aller Übungsausführungen herangezogen wurden, ergab sich die folgende Tabelle.

Tab.4: Geschwindigkeits- und Zeitverhältnisse unterschiedlicher Übungen im Maximalkrafttraining (Bayer 1986, 12)

		Liegend Anreißen		Zug zum Rippenbogen	
		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.	
		(n=10)		(n= 9)	
		<u>80%, 8 WH:</u>		<u>80%, 6 WH:</u>	
Hubhöhe	(m)	0,46	0,00	1,16	0,076; m=6
realis. ZL	(%)	82,6	3,23	73,8	6,27
realis. ZL	(kg)	62,0	3,29	59,4	5,83
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	0,92	0,082	1,98	0,23
t _{vmax} (Mwt.)	(s)	0,34	0,04	0,59	0,056
t _{ges} (Mwt.)	(s)	0,67	0,054	0,94	0,063
		<u>90%, 4 WH:</u>		<u>90%, 4 WH:</u>	
Hubhöhe	(m)	0,46	0,00	1,09	0,059; m=4
realis. ZL	(%)	88,6	3,06	82,7	5,41
realis. ZL	(kg)	66,5	4,44	66,7	6,0
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	0,87	0,081	1,81	0,18
t _{vmax} (Mwt.)	(s)	0,35	0,046	0,63	0,063
t _{ges} (Mwt.)	(s)	0,73	0,074	0,98	0,061
		<u>95%, 2 WH:</u>		<u>95%, 2 WH:</u>	
Hubhöhe	(m)	0,46	0,00	1,05	0,065; m=2
realis. ZL	(%)	93,9	3,18	88,6	5,03
realis. ZL	(kg)	70,5	4,98	71,4	6,01
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	0,81	0,051	1,69	0,174
t _{vmax} (Mwt.)	(s)	0,35	0,063	0,65	0,069
t _{ges} (Mwt.)	(s)	0,80	0,054	1,03	0,068

		<u>100%, 1 WH:</u>		<u>100%, 1 WH:</u>	
Hubhöhe	(m)	0,46	0,00	1,02	0,039
realis. ZL	(%)	98,1	3,18	94,1	4,83
realis. ZL	(kg)	75,9	3,77	75,8	6,0
v _{max}	(m/s)	0,75	0,063	1,56	0,15
t _{vmax}	(s)	0,35	0,07	0,66	0,087
t _{ges}	(s)	0,93	0,084	1,07	0,068

Insgesamt werden die gesetzmäßigen mechanischen Zusammenhänge von zu hebender Last und realisierbarer Bewegungsgeschwindigkeit sichtbar. Diesem Zusammenhang folgen auch die Zeitrelationen. Die Geschwindigkeiten der vergleichsweise elementaren Bewegung liegend Anreißen betragen bei fast identischen absoluten Lasten etwa 50% der Geschwindigkeiten, die bei der Komplex- oder Ganzkörperbewegung Zug der Hantel bis zum Rippenbogen (Beinstreckung, Hüftöffnung, Armzug) erreicht werden. Eine Auffälligkeit zeigt sich beim Vergleich der t_{vmax}-Werte des liegend Anreißen und des Zuges zum Rippenbogen. Während diese Werte beim Zug zum Rippenbogen der allgemeinen Gesetzmäßigkeit folgen, bleiben sie beim liegend Anreißen trotz der erheblichen Widerstandsveränderung weitgehend unverändert. In Verbindung mit der Tatsache, daß auch bei den Serienbelastungen der Voruntersuchung die t_{vmax}-Werte nicht signifikant mit den v_{max}-Werten korrelierten, muß davon ausgegangen werden, daß die Zeit des Erreichens des Geschwindigkeitsmaximums (t_{vmax}) intraindividuell weit weniger variabel ist als die anderen Parameter, die der allgemeinen Gesetzmäßigkeit weit "sensibler" folgen.

Die Werte dieser beiden Übungen wurden auch in den drei Kreisen des Kraftausdauertrainings erfaßt. Hinzu kommen hier die v_{max}-Werte des Bankdrückens (Die anderen Parameter waren für diese Übung aus den bereits angeführten Gründen auch hier nicht zu ermitteln.). Die Durchschnittswerte wurden beim liegend Anreißen (60 WH) von 7, beim Zug zum Rippenbogen (15 WH) von 15 und beim Bankdrücken (40 WH) von 20 zufällig ausgewählten Meßwerten gebildet.

Tab.5: Geschwindigkeits- und Zeitverhältnisse unterschiedlicher Übungen des Kraftausdauertrainings im T II der Frauen Jan.1985 (Bayer 1986, 13)

		LA		Z.z.R.		Bdr.	
		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.	
		(n= 9)		(n= 8)		(n= 3)	
<u>1. Kreis:</u>							
Hubhöhe	(m)	0,46	0,00	1,22	0,07	/	/
realis. ZL	(%)	61,7	4,33	62,5	7,16	56,3	1,16
realis. ZL	(kg)	44,72	3,63	50,0	0,0	30,0	0,0
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,13	0,13	2,17	0,26	0,98	0,098
t _{vmax} (Mwt.)	(s)	0,38	0,067	0,55	0,087	/	/
t _{ges} (Mwt.)	(s)	0,58	0,067	0,88	0,088	/	/
<u>2. Kreis:</u>							
Hubhöhe	(m)	0,46	0,00	1,24	0,062	/	/
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,13	0,085	2,18	0,32	1,01	0,11
t _{vmax} (Mwt.)	(s)	0,39	0,055	0,55	0,077	/	/
t _{ges} (Mwt.)	(s)	0,58	0,048	0,88	0,083	/	/

3. Kreis:

Hubhöhe (m)	0,46	0,00	1,23	0,091	/	/
v_{\max} (Mwt.) (m/s)	1,14	0,056	2,25	0,31	1,04	0,082
$t_{v\max}$ (Mwt.) (s)	0,39	0,043	0,53	0,086	/	/
t_{ges} (Mwt.) (s)	0,58	0,033	0,85	0,094	/	/

Der durchschnittliche Geschwindigkeitsabfall (Amplitude bezogen auf 60 WH) in einer Übungsserie des liegend Anreißen betrug 0,33m/s bzw. die Zunahme der Gesamthubzeit (t_{ges}) 0,17s. Dabei muß beachtet werden, daß bei diesen Serien bewußt gegen einen Geschwindigkeitsabfall angekämpft wurde, so daß die Amplituden normalerweise als noch größer anzunehmen sind.

Innerhalb dieses Trainingslagers erfolgte auch eine Kraftausdauerkontrolle, in der zwei der gemessenen Sportlerinnen (ohne Analogschrieb) die 210 Wiederholungen erreichten. Sowohl die prozentuale Zusatzlast (55%) als auch die erreichten Durchschnittswerte für die v_{\max} -Werte mit 1,17m/s entsprechen weitgehend den Werten, die auch die Ruderer im entsprechenden Kraftausdauerstest (s. Tab.3) aufwiesen.

Ebenfalls im T II Jan. 1985 der Frauen wurde im Rahmen des Maximalkrafttrainings erstmals ein Schnellkrafttest im liegend Anreißen mit einer einheitlichen Last von 35kg absolviert.

Tab.6: Geschwindigkeits- und Zeitverhältnisse beim Schnellkrafttest liegend Anreißen mit 35kg und entsprechende Korrelationen (T II Jan. 1985 - Bayer 1986, 14)

		Gesamt Mwt. / Strg. (n=39)		Skull Mwt. / Strg. (n=12)		Riemen Mwt. / Strg. (n=27)	
realis. ZL (%)		46,9	3,25	46,8	2,18	47,0	3,66
v_{\max} (m/s)		1,95	0,15	1,95	0,2	1,95	0,16
$t_{v\max}$ (s)		0,29	0,027	0,29	0,026	0,29	0,028
t_{ges} (s)		0,35	0,002	0,35	0,017	0,35	0,027
maximale ZL(kg) (MKLA)		74,94	5,11	75,0	3,54	74,91	5,74
$r_{v\max;t_{v\max}}$		-0,60 h.s.		-0,54 n.s.		-0,63 h.s.	
$r_{v\max;t_{\text{ges}}}$		-0,89 h.s.		-0,70 s.		-0,92 h.s.	
$r_{v\max;MK,LA}$		0,69 h.s.		0,63 s.		0,70 h.s.	

Die Korrelationskoeffizienten von t_{ges} zur Maximalgeschwindigkeit (v_{\max}) waren signifikant höher als die Korrelationskoeffizienten von $t_{v\max}$ zur Maximalgeschwindigkeit.

Auf der Grundlage der bis zu diesem Zeitpunkt erlangten Erkenntnisse über die Geschwindigkeitsverhältnisse im Krafttraining mit allgemeinen Mitteln und der entsprechenden Leistungstests (Maximalkraft, Kraftausdauer) wurde für das Frühjahr 1985 erneut ein Schnellkraft-/Schnellkraftausdauerstest im liegend Anreißen mit Absetzen konzipiert und auch erstmals realisiert. Die Rahmenbedingungen entsprachen dem Kraftausdauerstest. Das Testgewicht betrug beim Schnellkrafttest (ein maximal schnellkräftiger Zug - 2 Versuche) und dem Schnellkraftausdauerstest (210 Wiederholungen, 30 WH/min, Geschwindigkeitsvorgabe für die ersten 15 Start-WH

90% vom Maximum, Forderung eines Endspurtes je nach individueller Möglichkeit) einheitlich 35kg für die Frauen und 45kg für die Männer. Der Test erfolgte mit den Frauen im März 1985 und mit den Männern im April 1985. In Durchführung und Auswertung dieses Tests wurde die Meßwertbasis für die Mittelwertbildung bei Serienbelastungen (bis dahin jeder zehnte Wert) mindestens verdoppelt, um die Durchschnittswerte differenzierter werten zu können. Dies galt noch nicht für die Anlogschriebe.

Tab.7: Maximal-, Durchschnitts- und Verhältniswerte beim Schnellkraft-/Schnellkraftausdauerstest im liegend Anreißen im Frühjahr 1985 (Bayer 1986, 16)

	Riemen	Skull
	Mwt. / Strg.	Mwt. / Strg.
<u>Seniorinnen März 1985:</u>		
	(n=15)	(n= 6)
v_{\max} 35kg (m/s)	1,94 0,14	1,94 0,13
v_{\max} (Mwt.) (m/s)	1,50 0,13	1,60 0,17
$Q_{v_{\max}(\text{Mwt.});v_{\max}}(\%)$	77,32 4,67	82,58 4,92
	(n= 3)	
v_{\max} 35kg (m/s)	1,97 0,055	
$t_{v_{\max}}$ 35kg (s)	0,27 0,025	
t_{ges} 35kg (s)	0,33 0,015	
v_{\max} (Mwt.) (m/s)	1,53 0,07	
$t_{v_{\max}}$ (Mwt.) (s)	0,32 0,032	
t_{ges} (Mwt.) (s)	0,43 0,015	
<u>Senioren April 1985:</u>		
	(n=27)	(n=12)
v_{\max} 45kg (m/s)	2,17 0,16	2,06 0,17
v_{\max} (Mwt.) (m/s)	1,61 0,18	1,58 0,19
$Q_{v_{\max}(\text{Mwt.});v_{\max}}(\%)$	74,02 6,33	76,76 7,93
	(n= 2)	
v_{\max} 45kg (m/s)	2,33 0,26	
v_{\max} (Mwt.) (m/s)	1,83 0,035	
$t_{v_{\max}}$ (Mwt.) (s)	0,29 0,0	
t_{ges} (Mwt.) (s)	0,42 0,007	

Die Verhältniswerte belegen eine unterschiedliche strukturelle Leistungssituation im Frauen- und Männerbereich und im Riemen- und Skullbereich zu diesem Zeitpunkt. Mit den Ergebnissen dieses Tests konnten im Trainingsjahr 1984/85 relativ vollständige Erkenntnisse über grundsätzliche Aussagemöglichkeiten der v_{\max} -Werte und die Geschwindigkeitsverhältnisse in unterschiedlichen Bereichen des Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln erlangt werden, die eine wesentliche Basis für die zielgerichtete Weiterführung der Untersuchungen bildeten. Als weiterhin offene inhaltliche Schwerpunkte verblieben zunächst die Objektivierung der Geschwindigkeitsverhältnisse am zu dieser Zeit forciert eingeführten Ruderergometer (semispezifisches Krafttraining) und die Beantwortung der Frage, ob sich die Bewegungsgeschwindigkeiten im Krafttraining erhöhen lassen und damit eine wesentliche Leistungsreserve im Krafttraining besteht. In Ergänzung der Erkenntnisse zu den grundlegenden Geschwindigkeitsverhältnissen im speziellen Krafttraining mit allgemeinen Mitteln wurde für Untersuchungen der

Bewegungsgeschwindigkeit am Ruderergometer die Kurzserie (10 Schläge) bei unterschiedlichen Bewegungswiderständen und -frequenzen untersucht. Als Probanden standen eine Juniorin und zwei Junioren zur Verfügung. Die geringen Bewegungszahlen ermöglichten die Verwendung aller Werte zur Mittelwertbildung. Eine Besonderheit der Untersuchungen entstand durch das Vorhaben, die Innenhebel- und andere Teilkörpergeschwindigkeiten zu messen, obwohl nur eine Speedometrieanlage zur Verfügung stand. Deshalb wurden die Kurzserien von den Sportlern mit ausreichenden Pausen jeweils dreimal absolviert und dabei die Innenhebel- (IH), die Nackenpunkt- (NP) und die Hüftpunktgeschwindigkeit (HP) gemessen. Die dabei geleisteten Arbeitswerte stimmten soweit überein, daß vergleichbare Belastungsverhältnisse angenommen werden konnten. Der Weg der Zugstange (Innenhebel) betrug 1,98m, die Bewegungsfrequenz, wenn nicht anders angegeben, 30 WH/min und die Pausen zwischen den Serien mindestens 5min. Das Ergometer (Gjessing) ermöglichte die direkte Bestimmung der geleisteten Arbeit.

Tab.8: Durchschnitts- und Maximalwerte der Geschwindigkeits-, Leistungs- und Zeitrelationen bei Kurzserien am Ruderergometer bei Variation des Bewegungswiderstandes und der Bewegungsfrequenz (Bayer 1986, 18-21)

		Mittelwert 10 Schläge			Maximalwerte		
		Mwt. / Strg.	Mwt.		Mwt. / Strg.	Mwt.	
		(n= 2)	(n= 1)		(n= 2)	(n= 1)	
		männl.	wbl.		männl.	wbl.	
Variation des Bewegungswiderstandes:							
(Schlagfrequenz: 30/min = const.)							
<u>Widerstandsstufe 1,0 kp:</u>							
v _{max} HP	(m/s)	1,80	0,033	1,26	2,16	0,060	1,51
t _{vmax}	(s)	0,37	0,025	0,39	0,32	0,020	0,36
t _{ges}	(s)	0,67	0,045	0,73	0,59	0,050	0,61
Arbeit	(kpm)	491,00	1,00	471,00			
v _{max} NP	(m/s)	2,84	0,15	2,40	3,20	0,175	2,70
t _{vmax}	(s)	0,52	0,040	0,54	0,42	0,045	0,45
t _{ges}	(s)	0,83	0,010	0,88	0,71	0,020	0,75
Arbeit	(kpm)	506,00	2,00	471,00			
v _{max} IH	(m/s)	3,44	0,064	3,29	3,69	0,025	3,84
t _{vmax}	(s)	0,46	0,035	0,46	0,40	0,070	0,38
t _{ges}	(s)	0,77	0,025	0,86	0,67	0,035	0,75
Arbeit	(kpm)	503,00	19,00	470,00			
Leistung/S	(kpm/s)	65,80	0,35	54,60			
<u>Widerstandsstufe 1,5 kp:</u>							
v _{max} HP	(m/s)	1,82	0,058	1,21	2,16	0,060	1,41
t _{vmax}	(s)	0,38	0,020	0,39	0,34	0,020	0,37
t _{ges}	(s)	0,69	0,025	0,74	0,59	0,040	0,65
Arbeit	(kpm)	729,80	24,75	594,00			

v_{\max} NP	(m/s)	2,77	0,27	2,47	3,04	0,305	2,96
$t_{v\max}$	(s)	0,51	0,060	0,54	0,42	0,060	0,48
t_{ges}	(s)	0,84	0,025	0,88	0,74	0,030	0,69
Arbeit	(kpm)	739,00	51,00	603,00			

v_{\max} IH	(m/s)	3,35	0,024	3,04	3,92	0,045	3,40
$t_{v\max}$	(s)	0,49	0,060	0,52	0,38	0,0	0,38
t_{ges}	(s)	0,82	0,055	0,91	0,68	0,025	0,76
Arbeit	(kpm)	727,50	9,00	598,50			
Leistung/S	(kpm/s)	89,50	4,80	65,80			

Widerstandsstufe 2,0 kp:

v_{\max} HP	(m/s)	1,68	0,088	1,20	1,95	0,13	1,47
$t_{v\max}$	(s)	0,39	0,010	0,43	0,34	0,015	0,37
t_{ges}	(s)	0,68	0,045	0,77	0,62	0,045	0,64
Arbeit	(kpm)	823,00	17,00	650,00			

v_{\max} NP	(m/s)	2,71	0,229	2,44	2,99	0,28	2,69
$t_{v\max}$	(s)	0,53	0,060	0,58	0,44	0,075	0,50
t_{ges}	(s)	0,88	0,035	0,95	0,76	0,045	0,86
Arbeit	(kpm)	804,00	24,00	680,00			

v_{\max} IH	(m/s)	3,24	0,15	2,75	3,71	0,13	3,07
$t_{v\max}$	(s)	0,49	0,050	0,56	0,37	0,025	0,42
t_{ges}	(s)	0,82	0,035	0,98	0,69	0,040	0,84
Arbeit	(kpm)	812,00	18,00	680,00			
Leistung/S	(kpm/s)	99,80	2,15	69,70			

Widerstandsstufe 2,5 kp:

v_{\max} HP	(m/s)	1,61	0,070	1,22	1,93	0,085	1,47
$t_{v\max}$	(s)	0,39	0,010	0,44	0,33	0,010	0,36
t_{ges}	(s)	0,72	0,030	0,79	0,65	0,015	0,67
Arbeit	(kpm)	888,75	13,75	745,00			

v_{\max} NP	(m/s)	2,46	0,022	2,36	2,97	0,150	2,70
$t_{v\max}$	(s)	0,56	0,065	0,60	0,46	0,045	0,51
t_{ges}	(s)	0,90	0,040	0,98	0,76	0,030	0,86
Arbeit	(kpm)	895,00	22,50	737,50			

v_{\max} IH	(m/s)	2,99	0,073	2,64	3,33	0,065	2,93
$t_{v\max}$	(s)	0,56	0,025	0,60	0,38	0,010	0,52
t_{ges}	(s)	0,90	0,030	1,01	0,75	0,015	0,89
Arbeit	(kpm)	902,50	10,00	735,00			
Leistung/S	(kpm/s)	100,30	4,60	72,80			

Widerstandsstufe 3,0 kp:

v_{\max} HP	(m/s)	1,47	0,034	1,13	1,82	0,045	1,34
$t_{v\max}$	(s)	0,48	0,065	0,45	0,35	0,010	0,33
t_{ges}	(s)	0,84	0,12	0,81	0,69	0,55	0,72
Arbeit	(kpm)	934,50	7,50	792,00			

v _{max} NP	(m/s)	2,40	0,031	2,33	2,75	0,005	2,54
t _{vmax}	(s)	0,62	0,075	0,59	0,49	0,050	0,53
t _{ges}	(s)	0,99	0,060	0,99	0,86	0,045	0,88
Arbeit	(kpm)	937,50	10,50	807,00			

v _{max} IH	(m/s)	2,81	0,035	2,40	3,10	0,040	2,63
t _{vmax}	(s)	0,61	0,030	0,65	0,47	0,055	0,48
t _{ges}	(s)	0,97	0,020	1,09	0,83	0,025	0,97
Arbeit	(kpm)	945,00	6,00	816,00			
Leistung/S	(kpm/s)	97,40	2,70	74,90			

Widerstandsstufe 3,5 kp:

v _{max} HP	(m/s)	1,34	0,082	1,09	1,54	0,12	1,30
t _{vmax}	(s)	0,53	0,055	0,45	0,40	0,060	0,37
t _{ges}	(s)	0,90	0,12	0,83	0,82	0,095	0,79
Arbeit	(kpm)	985,30	15,75	826,00			

v _{max} NP	(m/s)	2,41	0,038	2,23	2,71	0,075	2,41
t _{vmax}	(s)	0,70	0,085	0,65	0,51	0,065	0,59
t _{ges}	(s)	1,06	0,080	1,07	0,88	0,075	0,96
Arbeit	(kpm)	988,80	15,75	826,00			

v _{max} IH	(m/s)	2,61	0,037	2,24	2,94	0,020	2,43
t _{vmax}	(s)	0,67	0,045	0,67	0,49	0,065	0,59
t _{ges}	(s)	1,04	0,025	1,13	0,86	0,040	1,02
Arbeit	(kpm)	983,50	7,00	843,50			
Leistung/S	(kpm/s)	94,90	1,65	74,60			

Variation der Schlagfrequenz:

(Widerstand männl.:3,0kp; weibl.:2,5kp = const.)

Frequenzstufe 24 WH/min:

v _{max} IH	(m/s)	2,58	0,015	2,31	2,84	0,006	2,47
t _{vmax}	(s)	0,68	0,040	0,63	0,56	0,030	0,63
t _{ges}	(s)	1,06	0,045	1,10	0,91	0,045	0,99
Arbeit	(kpm)	984,00	18,00	762,50			
Leistung/S	(kpm/s)	93,55	2,45	69,30			

Frequenzstufe 30 WH/min:

v _{max} IH	(m/s)	2,81	0,035	2,64	3,10	0,040	2,93
t _{vmax}	(s)	0,61	0,030	0,60	0,47	0,055	0,52
t _{ges}	(s)	0,97	0,020	1,01	0,83	0,025	0,89
Arbeit	(kpm)	945,00	6,00	735,00			
Leistung/S	(kpm/s)	97,40	2,70	72,80			

Frequenzstufe 36 WH/min:

v_{\max} IH	(m/s)	2,97	0,071	2,66	3,37	0,12	2,91
$t_{v\max}$	(s)	0,56	0,040	0,55	0,39	0,12	0,41
t_{ges}	(s)	0,93	0,035	0,99	0,77	0,015	0,87
Arbeit	(kpm)	846,00	30,00	690,00			
Leistung/S	(kpm/s)	91,50	0,35	69,70			

Frequenzstufe frei (36,9 WH/min):

v_{\max} IH	(m/s)	2,96	0,059	/	3,34	0,050	/
$t_{v\max}$	(s)	0,57	0,060	/	0,41	0,045	/
t_{ges}	(s)	0,92	0,055	/	0,77	0,045	/
Arbeit	(kpm)	840,00	36,00	/			
Leistung/S	(kpm/s)	91,6	1,65	/			

Die planmäßige Variation der Belastungsanforderungen in diesem Test verdeutlichte mehrere prinzipielle Gemeinsamkeiten der Belastungsgestaltung im speziellen Krafttraining mit allgemeinen Mitteln und bei der Anwendung semispezifischer und spezifischer Trainingsmittel. Mit der Erhöhung des Bewegungswiderstandes

- reduziert sich die Bewegungsgeschwindigkeit aller Teilkörperbewegungen und der Gesamtbewegung,
- wird das Geschwindigkeitsmaximum später erreicht,
- verlängert sich (zeitlich) der Durchzug (t_{ges}) und
- erhöht sich die geleistete Arbeit.

Die Reduzierungen der Bewegungsgeschwindigkeit sind nicht gleichmäßig verteilt. Besonders bei hohen Widerständen betreffen sie verstärkt den Armzug und die Beinstreckung.

Die Analyse der mittleren mechanischen Leistung des Gesamtdurchzuges ($\text{Arbeit} / t_{\text{ges}}$) zeigt, wie bereits allgemein dargestellt (s. Kap. 4.2.), die Existenz eines bestimmten Bewegungswiderstandes mit maximal möglicher mechanischer Leistung. Das Unter- und Überschreiten dieses Widerstandsbereiches geht mit einer Verringerung der mechanischen Leistung einher. Diese Widerstandsstufe war für alle drei Sportler unterschiedlich (2,0; 2,5 und 3,0 kp), so daß für diese prinzipielle Erscheinung eine individuell unterschiedliche Entsprechung vorliegt.

Bei konstantem Bewegungswiderstand zeigt sich mit erhöhter Frequenz (24, 30 und 36 WH/min)

- eine Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit,
- eine Verringerung der Durchzugszeiten ($t_{v\max}$, t_{ges}) und
- eine Reduzierung der geleisteten Arbeit.

Die mittlere mechanische Leistung pro Schlag (P/S) aller drei Sportler erreichte bei 30 WH/min ihr Maximum, während sowohl höhere als auch geringere Frequenzen mit niedrigeren mechanischen Leistungswerten einhergehen. Dies weist auf die Existenz einer optimalen Bewegungsfrequenz für maximale mechanische Leistungen dieser Belastungsanforderung hin. Bemerkenswert ist die geringe individuelle Variabilität im Vergleich zu der bei der Variation des Bewegungswiderstandes.

Die beiden männlichen Sportler wurden vor die Aufgabe gestellt, die Kurzserie mit einer frei zu wählenden Frequenz so zu absolvieren, daß eine möglichst hohe Bewegungsge-

schwindigkeit im Durchzug realisiert werden kann. Die Ruderer realisierten diese Kurzserie in einer Frequenz von 38,5 bzw. 35,3 WH/min. Damit stellte diese Variante vordergründig einen Retest zu der Frequenzstufe 36 WH/min dar. Hier zeigte sich eine hohe Reliabilität dieses Tests.

Die Werte belegen insgesamt, daß die Bewegungsfrequenz beim Krafttraining am Ruderergometer und damit prinzipiell auch im Ruderboot eine Hauptbelastungskennziffer darstellt. Es ist davon auszugehen, daß der Einfluß der Bewegungsfrequenz auf die Belastungsgestaltung am Ergometer wesentlich höher ist als im Krafttraining mit allgemeinen Mitteln. Während die Widerstandscharakteristik der Einzelbewegung im Krafttraining mit allgemeinen Mitteln relativ invariabel ist, variieren am Ergometer in Abhängigkeit von der Bewegungsfrequenz die Widerstände auf Grund der wechselseitigen Beeinflussung der Ruderschläge grundlegend. Bei geringen Frequenzen muß eine vergleichsweise hohe Kraft aufgewendet werden, die nur geringe Bewegungsgeschwindigkeiten zuläßt. Analog ermöglichen hohe Bewegungsfrequenzen hohe Geschwindigkeitswerte bei relativ niedrigen Krafteinsätzen. Demnach wird die Belastungsgestaltung beim Krafttraining auf dem Ruderergometer massiv von der Bewegungsfrequenz bestimmt und muß bei der Festlegung von Widerstand, Wiederholungszahl und Bewegungsgeschwindigkeit genau definiert und auch kontrolliert bzw. eingehalten werden. Hier bestehen grundsätzliche Unterschiede in der Belastungsgestaltung des Krafttrainings mit allgemeinen und semispezifischen bzw. spezifischen Mitteln.

Weiterhin verdeutlichen die Ergebnisse dieser Ergometertests die additive Wirkung der Teilkörperbewegungen für das Zustandekommen der Innenhebelgeschwindigkeit. Allerdings erscheinen die konkreten Werte (bis 3m/s) auch für Kurzserien überhöht, wenn man beachtet, daß selbst bei maximaler Geschwindigkeit im R8m Geschwindigkeitswerte von 3m/s nicht erreicht werden (vgl. Kap. 4.2.). Ursächlich zu nennen ist in diesem Zusammenhang die extreme Nutzung der Bewegungsamplitude auf dem Ruderergometer. Die Beinstreckung zeigt eine stetige Abnahme der Bewegungsgeschwindigkeit mit wachsendem Widerstand. Die Rumpfbewegung weist unterschiedliche, aber unsystematische Geschwindigkeitswerte in den verschiedenen Belastungsstufen auf, bleibt von der Variation des Bewegungswiderstandes relativ unbeeinflusst und beträgt im Durchschnitt der sechs Stufen 0,99m/s. Die Armzugbewegung bleibt bei Erhöhung des Bewegungswiderstandes in ihrer Wirkung zunächst relativ stabil (0,6 bis 0,5m/s). Bei höheren Bewegungswiderständen nimmt der durch sie erreichbare Geschwindigkeitsgewinn rapide ab und geht gegen Null. Diese Erscheinung weist den Armzug erneut als schwächstes Glied der kinematischen Kette aus, was bei hohen Bewegungswiderständen und bei Ermüdung massiv in Erscheinung tritt.

Mit den Untersuchungen der Bewegungsgeschwindigkeit am Ruderergometer war der Überblick über die Geschwindigkeitsverhältnisse in den unterschiedlichen Bereichen des Krafttrainings komplett. Für trainingsmethodische Ableitungen aus dem Vergleich der Armzuggeschwindigkeiten ergab sich daraus jedoch keine direkte Lösung, da die im Krafttraining mit allgemeinen Mitteln gemessenen Geschwindigkeiten (liegend Anreißen) nur etwa halb so groß waren wie die Innenhebelgeschwindigkeit im semispezifischen Bereich und etwa doppelt so hoch wie der Geschwindigkeitsgewinn des Innenhebels durch den Armzug unter semispezifischen und spezifischen Bedingungen.

Damit wird belegt, daß die Bedingungen der Entstehung von Bewegungsgeschwindigkeiten im Krafttraining mit allgemeinen Mitteln einerseits und mit semispezifischen und spezifischen Mitteln andererseits nicht in dem Maße vergleichbar sind wie es für entsprechende Ableitungen zur Gestaltung des

Krafttrainings aus den spezifischen Geschwindigkeitsverhältnissen notwendig wäre. Auch für inhaltlich vergleichbare Bewegungen sind bei unterschiedlichen biomechanischen Bedingungen unterschiedliche Geschwindigkeitsverhältnisse zu erwarten. Umsomehr gilt es, inhaltliche Entsprechungen unterschiedlicher Krafttrainingsmittel zu wahren.

Diese Ergebnisse des Vergleiches der unterschiedlichen Geschwindigkeitsverhältnisse konnten nicht wie erwartet zur Beantwortung der Frage nach der Lösung des Widerspruchs zwischen effektiver Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten und der Sicherung eines hohen Übertragungseffektes beitragen (vgl. Frage 4. unter 5.1.1.). Für Vergleiche der funktionellen Bewegungen des Ruderdurchzuges mit Trainings- oder Testübungen ist insbesondere für den Armzug die hohe Variabilität der Kontraktionsbedingungen zu beachten, die von statischen Anforderungen bis zur weiteren Geschwindigkeitserhöhung des bereits hochbeschleunigten Innenhebels reicht.

Neben den unterschiedlichen Geschwindigkeitsverhältnissen zwischen dem liegend Anreißen und dem Armzug unter semispezifischen und spezifischen Bedingungen zeigten sich auch weitgehend ähnliche Geschwindigkeitsverhältnisse. Dies betrifft sowohl den Vergleich zwischen der Beinstreckung am Ruderergometer und der Kniebeuge mit Zusatzlast (Wie beim Bankdrücken erwies sich diese Krafttrainingsübung als ungeeignet für detailliertere Aussagen zur Bewegungsgeschwindigkeit.) als auch die Geschwindigkeit des Innenhebels (10 WH) bei üblichem Trainingswiderstand (Frauen 2,5kp) und der Zugübung mit der Hantel bis zur Höhe des Rippenbogens (15 WH, 50kg):

Tab.9: Vergleichbare Geschwindigkeitsverhältnisse bei semispezifischen Bewegungen und Übungen des speziellen Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln (Bayer 1986, 35)

	Beinstreckung beim Ruderdurchzug am Ruderergometer	Kniebeuge mit Zusatzlast
<u>Belastungsanforderung:</u>	10 Schläge, 2,5 kp Frauen (n= 1)	40 WH, 28kg Frauen (n=10)
Mittelwert v_{\max} (m/s)	1,22	1,19 (3. TE) 1,45 (5. TE)
	komplexer Durchzug	Zug zum Rippen- bogen
<u>Belastungsanforderung:</u>	10 Schläge, 2,5 kp Frauen (n= 1)	15 WH, 50kg Frauen (n= 8)
Mittelwert v_{\max} (m/s)	2,64	2,25
Mittelwert $t_{v\max}$ (s)	0,60	0,53
Mittelwert t_{ges} (s)	1,01	0,85

Mit diesen Ergebnissen bestand, gemeinsam mit den Erkenntnissen der allgemeinen kinematischen und dynamischen Beschreibung der Ruderbewegung (vgl.

Kap. 4.2.), ein Gesamtüberblick über die grundlegenden Geschwindigkeitsverhältnisse von spezifischen, semispezifischen und speziellen Krafttrainingsübungen mit allgemeinen Mitteln, von Krafttrainingsübungen in unterschiedlichen Bereichen des Krafttrainings (Maximalkraft- und Kraftausdauertraining) sowie von Teilkörper- und Komplexbewegungen bzw. -übungen. Dieser Überblick stellte ein erstes Teilergebnis und eine Orientierung für weitere Untersuchungen dar.

Das erste Ziel nach dieser "Bestandsaufnahme" bestand in der Beantwortung der Frage nach der Möglichkeit und der Effektivität einer Erhöhung der bestehenden Bewegungsgeschwindigkeiten im Krafttraining (s. Fragestellung 1. unter 5.1.1.). Dieser Frage wendeten sich die Untersuchungen im Höhentrainingslager T II Jan. 1986 der Frauen zu. Dabei wurden innerhalb des Kraftausdauertrainings die Geschwindigkeiten (Durchschnittsgeschwindigkeit der Serie) bei normaler Bewegungsausführung (3. TE) und bei der Forderung, die Bewegungsgeschwindigkeit bei sonst gleichbleibenden Belastungsverhältnissen zu steigern (5. TE), bestimmt. Da die Sportlerinnen vier Kreise in diesem Kraftausdauertraining absolvierten, wurde diese Möglichkeit genutzt, um in jedem Kreis eine andere Übung von insgesamt 12 Sportlerinnen im laufenden Training zu untersuchen. Bei den Übungen handelte es sich um das liegend Anreißen mit Absetzen (LAmA - 1. Kreis), das Bankdrücken (Bdr. - 2. Kreis), die Kniebeuge mit Zusatzlast (KBmZL - 3. Kreis) und den Zug zum Rippenboen (ZzR - 4. Kreis). Im Anschluß an die jeweilige Übung (in der dritten Nachbelastungsminute) wurden die Serumlaktatwerte ermittelt.

Tab.10: Geschwindigkeits- (Serienmittelwerte) und Laktatwerte unterschiedlicher Übungen des Krafttrainings im Vergleich normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung (Bayer 1986, 26-28)

Mwt. / Strg.				
1. Kreis:		LAmA (60 WH)		
<u>3. TE:</u>		(n=12)		
realis. ZL	(%)	62,6	2,89	
realis. ZL	(kg)	48,96	2,25	
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,10	0,10	
Laktat	(mmol/l)	5,12	0,73	
<u>5. TE:</u>				
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,12	0,13	n.s.
Laktat	(mmol/l)	6,10	0,88	s.s.
2. Kreis:		Bdr. (40 WH)		
<u>3. TE:</u>		(n= 8)		
realis. ZL	(%)	48,5	4,57	
realis. ZL	(kg)	34,69	4,11	
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	0,92	0,17	
Laktat	(mmol/l)	5,94	0,86	
<u>5. TE:</u>				
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,02	0,19	n.s.
Laktat	(mmol/l)	6,21	0,93	n.s.

3. Kreis:		KBmZL (40 WH)		
<u>3. TE:</u>		(n=10)		
realis. ZL	(kg)	28,0	4,22	
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,19	0,16	
Laktat	(mmol/l)	5,95	1,53	
<u>5. TE:</u>				
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,45	0,22	s.s.
Laktat	(mmol/l)	5,84	0,84	n.s.

4. Kreis:		ZzR (20 WH)		
<u>3. TE:</u>		(n= 3)		
realis. ZL	(%)	63,5	5,54	
realis. ZL	(kg)	56,67	5,77	
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	2,12	0,26	
Laktat	(mmol/l)	5,87	0,74	
<u>5. TE:</u>				
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	2,19	0,36	n.s.
Laktat	(mmol/l)	4,57	1,05	n.s.

Diese Ergebnisse warfen mehr Fragen auf als sie beantworteten und rückten eine Reihe untersuchungsmethodischer Besonderheiten in den Mittelpunkt des Interesses, denen auf Grund der hohen Erwartungshaltung und der kaum beeinflussbaren organisatorischen und personellen Gegebenheiten des Krafttrainings unter den Bedingungen des Höhentrainingslagers T II nicht die genügende Aufmerksamkeit geschenkt wurde bzw. werden konnte. Zusammengefaßt belegen die Ergebnisse dieser Untersuchung, daß

- die Möglichkeiten zur Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit im bestehenden Belastungsregime begrenzt sind (bei dieser Untersuchung insgesamt eine geringe, aber keine signifikante Geschwindigkeitserhöhung),
- bei derartigen Trainingslagern auf Grund der unterschiedlichen Trainingsgestaltung in den verschiedenen Krafttrainingsgruppen die gegenseitige Beeinflussung der unterschiedlichen Trainingsmittel zu beachten ist (Unterschiedliche Krafttrainingsgruppen zeigten in Abhängigkeit vom organisatorisch notwendigen unterschiedlichen Einsatz der Trainingsmittel außerhalb des Krafttrainings in dieser Untersuchung unterschiedliche - gegenläufige - Tendenzen im Experiment.),
- die Möglichkeiten zur Geschwindigkeitssteigerung im Rahmen des bestehenden Belastungsregimes im Kraftausdauertraining im Vergleich der Trainingsgruppen und individuell unterschiedlich sind (eine signifikante Verringerung gegenüber drei signifikanten Geschwindigkeitssteigerungen),
- die Geschwindigkeitsunterschiede für die Sportler subjektiv kaum erfaßbar sind (,was auch für den außenstehenden Beobachter ohne technische Hilfsmittel zutrifft.),
- die unterschiedliche Instruierung und aktuelle Einflußnahme der Trainer sowie die unterschiedliche Einhaltung der Belastungsanforderungen durch die Sportler zu beachten ist,
- sich das liegend Anreißen gut, der Zug zum Rippenbogen bedingt (Komplexübung) und die Kniebeuge sowie das Bankdrücken nicht zur Untersuchung kausaler Zusammenhänge der Bewegungsgeschwindigkeit eignen,
- der subjektive Belastungsgrad auch bei biomechanisch nicht signifikant belegbarer Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit erheblich ist (signifikante Zunahme der Laktatwerte beim liegend Anreißen) und

- bereits die zusätzliche Objektivierung der Bewegungsgeschwindigkeit tendenziell zur Erhöhung der Belastungsreaktion führt (Bayer 1986, 30).

Damit erwies sich die Bewegungsgeschwindigkeit zu diesem Zeitpunkt (unabhängig von den konkreten Untersuchungen bestand eine generalisierte Geschwindigkeitsorientierung aller Sportler, unter anderem auch im Krafttraining) als begrenzt zu erhöhende Belastungskennziffer im bestehenden Belastungsregime des Krafttrainings mit erheblichen subjektiven Belastungsreaktionen. Diese Fragestellung blieb deshalb ein Untersuchungsschwerpunkt.

Im Höhentrainingslager T II November 1987 der Frauen eröffnete sich die Möglichkeit, dieser Frage erneut nachzugehen. Resultierend aus den bis zu diesem Zeitpunkt gesammelten Erfahrungen erfolgte dieses Trainingsexperiment innerhalb einer Trainingseinheit (5. Kraftausdauertrainingseinheit, 26.11.1987). Von den drei Kreisen des Kraftausdauertrainings erfolgte im 2. Kreis bei der Übung liegend Anreißen (1. Serie dieses Kreises mit 80 WH) eine Geschwindigkeitsorientierung, während im 1. und im 3. Kreis diese Übung mit normaler Bewegungsgeschwindigkeit realisiert werden sollte. Diese Aufgabe wurde allen Sportlerinnen gestellt und die Belastungsanforderungen wurden nur bezüglich der Bewegungsgeschwindigkeit variiert. Bei 13 von 34 Sportlerinnen konnte die Bewegungsgeschwindigkeit der betreffenden Serien (Mittelwertbildung von allen 80 Meßwerten) in allen Kreisen objektiviert werden. Von allen Ruderinnen wurden aus organisatorischen Gründen unmittelbar im Anschluß an die betreffende Serie des liegend Anreißen (ohne zeitliche Verzögerung) die Serumlaktatwerte in allen drei Kreisen ermittelt. Die generalisierte Geschwindigkeitsorientierung war auf Grund der Erfahrungen nicht mehr so stark ausgeprägt wie im Trainingsjahr 1986/87. Bei diesem Trainingsexperiment ergaben sich folgende Ergebnisse.

Tab.11: Durchschnittliche Geschwindigkeitsmaxima (80 WH, Testgewicht) und Laktatauslenkungen beim liegend Anreißen im Kraftausdauertraining ohne (1. u. 3. Kreis) und mit (2. Kreis) Geschwindigkeitsorientierung (Bayer 1988, 34, Tab.9)

		1. Kreis		2. Kreis		3. Kreis	
		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.	
		(n=13)		(n=13)		(n=13)	
		(n=34)		(n=34)		(n=34)	
v_{\max} (Mwt.)	(m/s)	1,04	0,12 **	1,08	0,13 **	1,03	0,13
		/	/	/	/	/	/
Laktat	(mmol/l)	5,05	0,99	5,48	0,80	5,59	1,10
		5,03	0,86 **	5,73	0,95	5,85	1,06

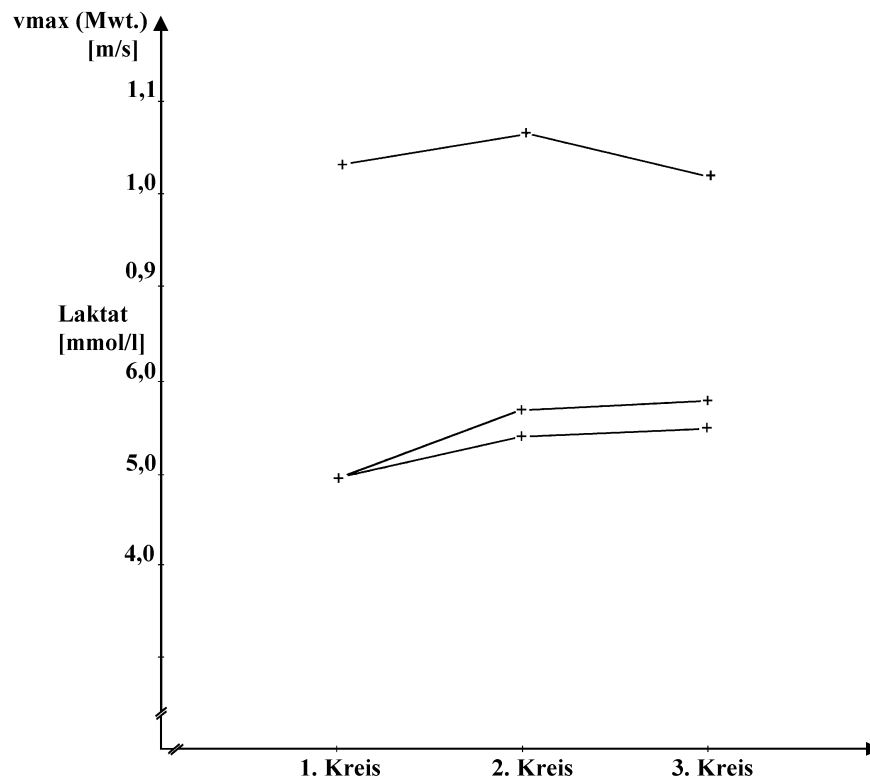


Abb.78: Durchschnittliche Geschwindigkeitsmaxima (80 WH) im Kraftausdauertraining beim liegend Anreißen (Testgewicht) bei normaler Bewegungsausführung (1. u. 3. Kreis) und mit Geschwindigkeitsorientierung (2. Kreis) sowie die resultierende laktazide Auslenkung (Bayer 1988, 33, Abb.2)

Diese Ergebnisse belegen eine sehr signifikante (**) Geschwindigkeitserhöhung im Durchschnitt der Serie innerhalb des Kraftausdauertrainings bei der Forderung nach Maximierung der Bewegungsgeschwindigkeit. Bei den angegebenen Werten ist zu beachten, daß die angegebenen Streuungen zwischen den Sportlern existieren, aber innerhalb der Serien (intraindividuell) nur etwa halb so groß sind. Die Laktatwerte der Teilpopulation erhöhten sich nicht signifikant, die der Gesamtgruppe dagegen stark signifikant (**). Für die Wertung der Laktatwerte ist zu beachten, daß diese unmittelbar nach Belastung erhoben wurden und damit die übliche Latenzzeit von 3 Minuten nicht eingehalten werden konnte (vgl. Test im Vorjahr). Deshalb sind die wirklichen Werte etwas höher anzusetzen. Dies ist auch ein wesentlicher Hinweis für die Tatsache, daß die Laktatwerte nach der Geschwindigkeitsorientierung nicht wieder abfallen. Auch bei Wertung der Laktatanstiegsrate vom 2. zum 3. Kreis als normal ist der verbleibende Differenzbetrag des Anstieges vom 1. zum 2. Kreis überzufällig (Bayer 1988, 32-36). **Die Ergebnisse der beiden Trainingsexperimente ergeben insgesamt eine schlüssige Antwort auf die 1. Fragestellung und verifizieren gleichzeitig die 1. These (s. Kap. 5.1.1.). Die Aussage stellt eine Grundaussage für den Rudersport insgesamt dar und soll nicht nivellieren, daß es auch einzelne Sportler gibt, für welche diese Aussage nicht zutrifft.**

Die Bewegungsgeschwindigkeit stellt für die übliche Gestaltung des Kraftausdauertrainings eine wesentliche Leistungsreserve dar und ermöglicht bei gezielter Steuerung in Ergänzung zur Zusatzlast und der Wiederholungszahl eine Erhöhung der Bewegungsleistung und damit der muskelmechanischen Antriebsleistung. Die Bewegungsgeschwindigkeit steht in enger Abhängigkeit zum

Bewegungswiderstand, zur Wiederholungszahl sowie zur Bewegungsfrequenz. Die Ausschöpfung dieser bestehenden Leistungsreserven im Krafttraining stellt eine intensive Krafttrainingsform dar, die eine Aussteuerung der physiologischen Reaktionen erfordert.

Nachdem die grundlegende Frage der Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit beantwortet werden konnte, bestand die weitergehende Fragestellung in der Klärung der differenzierten Realisierungsmöglichkeiten der Bewegungsaufgabe Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining. Dazu wurde im T II Jan./Febr. 1989 der Frauen ein weiteres Trainingsexperiment realisiert, bei dem, ebenso wie bei den beiden vorangegangenen, die Serien des liegend Anreißen (80 Wiederholungen mit dem Kraftausdauerstegewicht) im Kraftausdauertraining bei normaler (2. Kreis der 3. Trainingseinheit) und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung (2. Kreis der 5. Trainingseinheit) miteinander verglichen wurden. Von 15 Sportlerinnen wurde jeder 2. bis 3. Wert gemessen (Maximalwertspeicher) und durch Geschwindigkeits-Zeit-Analogschriebe komplettiert, so daß jede Serie durch 30 bis 40 Meßwerte repräsentiert war.

Ein erster Vergleich der beiden Kraftausdauertrainingsserien ergab eine sehr signifikante Geschwindigkeitssteigerung von 1,0 auf 1,1m/s (vgl. Bayer 1989, 4, Tab.1). Damit erfuhr die These des Bestehens einer wesentlichen Leistungsreserve der Geschwindigkeitssteigerung im Krafttraining eine weitere Bestätigung. Stabile Laktatwerte zeigten, daß auch relativ intensive Belastungen durch die Einschaltung von Pausen auszusteuern sind. Die Analyse der Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe ergab folgendes grundsätzliche Aussehen:

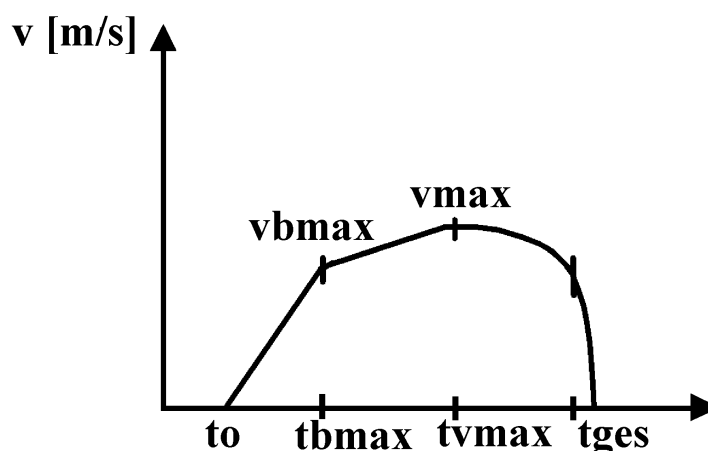


Abb.79: Grundsätzliche Gestaltung der Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe im liegend Anreißen mit entsprechenden Grundinformationen

Daraus wurden über das bisherige Vorgehen hinaus differenziertere Informationen zugänglich, die eine detailliertere Analyse der individuellen Reaktionen auf die Forderung nach Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit bei sonst gleichbleibenden Belastungsfaktoren ermöglichen. Bei diesem Analysevorhaben spielte auch die Erkenntnis eine Rolle, daß die v_{max} -Werte mit der mittleren Geschwindigkeit zwar hoch korrelieren, sie aber nicht völlig repräsentieren (vgl. Bayer 1989, 4, Tab.1 und 5). Vor individuellen Ergebnissen sollen zunächst allgemeingültige Erkenntnisse dargelegt werden, welche den Gesamttrend verdeutlichen.

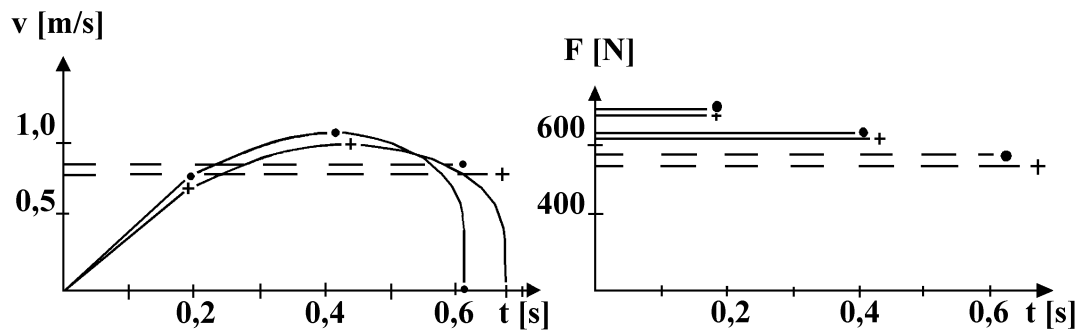


Abb.80: Geschwindigkeits-Zeit- (links) und Kraft-Zeit- (rechts, Gesamtkraft) Verläufe für Serien des liegend Anreißen (80 WH, Testgewicht 50,6kg = 64,0%) bei normaler (+) und geschwindigkeitsorientierter (•) Bewegungsausführung im Mittel von 14 Sportlerinnen (Bayer 1989, 16, Abb.8a,b)

Tab.12: Elementare und abgeleitete Ergebnisse im Vergleich normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung im liegend Anreißen innerhalb des Kraftausdauertrainings (Testgewicht, 80 WH), (vgl. Bayer 1989, 16)

		normale Bewegungsaus- führung		geschwindigkeits- orientierte Bewegungsausführung		Signi- fikanz
		Mwt. / Strg. (n=12)		Mwt. / Strg. (n=12)		
realis. ZL	(%)	64,05	2,57	64,05	2,57	
realis. ZL	(kg)	50,63	2,64	50,63	2,64	
v _{bmax} (Mwt.)	(m/s)	0,71	0,11	0,79	0,11	**
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,01	0,12	1,09	0,13	**
v _{mit} (Mwt.)	(m/s)	0,69	0,07	0,76	0,06	***
t _{bmax} (Mwt.)	(s)	0,19	0,03	0,20	0,02	
t _{vmax} (Mwt.)	(s)	0,44	0,06	0,42	0,04	**
t _{ges} (Mwt.)	(s)	0,67	0,07	0,61	0,05	***
b _{max} (Mwt.)	(m/s ²)	3,74	0,54	4,11	0,51	***
b _{vmax} (Mwt.)	(m/s ²)	2,39	0,61	2,70	0,55	**
F _{b,bmax} (Mwt.)	(N)	188,82	26,57	207,98	28,82	***
F _{b,vmax} (Mwt.)	(N)	121,48	33,04	137,15	30,94	**
F _{ges,bmax} (Mwt.)	(N)	695,07	39,83	714,23	47,11	*
F _{ges,vmax} (Mwt.)	(N)	627,73	50,84	643,40	51,26	
F _{ges,vmit} (Mwt.)	(N)	557,20	32,45	569,97	34,37	
FGR _{b,bmax} (Mwt.)	(N/s)	998,44	224,96	1072,65	198,04	*
FGR _{b,vmax} (Mwt.)	(N/s)	292,41	122,68	339,78	105,64	*
I _{bmax} (Mwt.)	(kgm/s)	35,83	6,58	40,00	7,12	**
I _{vmax} (Mwt.)	(kgm/s)	51,14	7,41	55,49	8,26	*
I _{vmit} (Mwt.)	(kgm/s)	35,02	4,16	38,28	4,25	**
P _{b,bmax} (Mwt.)	(Nm/s)	136,16	37,32	166,87	44,66	***
P _{b,vmax} (Mwt.)	(Nm/s)	126,81	47,54	154,77	49,63	**
P _{ges,bmax} (Mwt.)	(Nm/s)	494,48	100,60	566,98	113,63	**
P _{ges,vmax} (Mwt.)	(Nm/s)	638,12	119,72	709,74	131,04	**
P _{ges,vmit} (Mwt.)	(Nm/s)	386,46	52,64	432,00	54,92	***

Diese Ergebnisse stellen trotz des generalisierten Charakters differenzierte Aussagen dar. So ergeben sich die Unterschiede zwischen normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung nicht nur in der Phase des Geschwindigkeitsmaximums, sondern auch in der ihr vorgelagerten Phase der maximalen Beschleunigung, wo auch die höchsten Kräfte realisiert werden (s. Abb.80). Die Tatsache, daß die höchsten Kräfte vor dem Erreichen des Geschwindigkeitsmaximums eingesetzt werden müssen (Bei dessen Erreichen - t_{vmax} - ist die Gesamtkraft auf Grund der dann fehlenden Beschleunigung gleich der Gewichtskraft.) und daß die maximale Geschwindigkeit bereits Ergebnis des vorangegangenen Wirkens von Kräften ist, richtet das Augenmerk bezüglich der Kraftfähigkeit besonders auf die Phase der maximalen Beschleunigung (t_{bmax}) und die Phase bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit (t_0 bis t_{vmax}). Hier werden Berührungspunkte zu den in Kapitel 4.3.5.1. bereits dargestellten Ergebnissen von Schmidtbleicher (1980), Bührle (1986), Müller (1987) und Nolte (1988) sichtbar. Zu berücksichtigen ist, daß der Kraftanstieg in der statischen Phase über die kinematischen Kennziffern dieser Untersuchung nicht erfaßbar ist und die Kraftverhältnisse nur schematisch erfaßt werden können (mittlere Kräfte).

Neben den bereits bekannten elementaren und abgeleiteten Kennziffern sind auf Grund der hohen Bedeutsamkeit der Zeitabschnitte vor dem Geschwindigkeitsmaximum die betreffenden Kraftanstiegsgradienten (FGR_{bmax} und FGR_{vmax}) analysiert worden, die sich beide signifikant erhöhten.

Beim Vergleich der in Tabelle 12 aufgeführten einzelnen Parameter fällt auf, daß die Werte der Gesamtbewegung durchweg hoch signifikante Veränderungen bei geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung aufweisen, was augenscheinlich durch die v_{max} -Werte und Werte, die den Abschnitt t_0 bis t_{vmax} undifferenziert repräsentieren, nur zum Teil erklärt werden kann. Offensichtlich spielt die Phase der maximalen Beschleunigung (t_{bmax}) bzw. die Kraft-, Impuls- und Leistungswerte dieser Phase zumindest eine eigenständige Rolle im Abschnitt t_0 bis t_{vmax} .

Diese Ergebnisse sprechen für eine weitere Erfassung differenzierterer Daten als dies zuvor mit der undifferenzierten Darstellung des Abschnitts t_0 bis t_{vmax} der Fall war. Dafür spricht auch das Verhalten der Kraftgradienten und die stärkere Reaktion der unterschiedlichen Daten für den Abschnitt der maximalen Beschleunigung und der Gesamtbewegung im Vergleich der demgegenüber zurückbleibenden, aber ebenfalls signifikanten, Veränderung der Daten für den Abschnitt t_0 bis t_{vmax} .

Die Analyse der unterschiedlichen Bewegungsdaten weist überzeugend nach, daß es sich bei einer Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit bei sonst unveränderten Belastungsanforderungen nicht um ein isoliertes oder elementares Problem handelt, sondern daß die Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit unter diesen Bedingungen ein Komplexgeschehen darstellt, welches in seiner Dimensionierung nur durch einen Komplex von Daten oder von Komplexdaten erfaßt werden kann. Bei den elementaren Daten sind neben der Geschwindigkeit die entsprechenden Zeit- und Kraftwerte zu nennen, während die Leistung die Komplexität am besten repräsentiert. Einheitliche Basis ist die Wiederholungszahl der Serie. In den Abbildungen 81 bis 83 sind die Vergleiche zwischen normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung in einer dreidimensionalen Darstellungsweise (in Anlehnung an Ikai 1967 und Gundlach 1968) ablesbar.

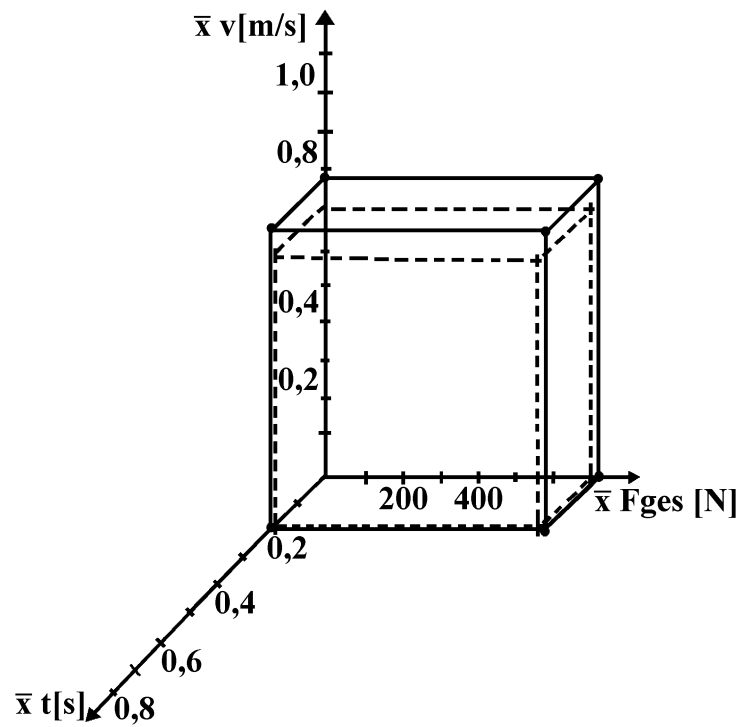


Abb.81: Dreidimensionaler Vergleich elementarer Daten (Mittelwerte für 80 WH) für das Zeitintervall der maximalen Beschleunigung (t_{bmax}) bei normaler (+) und geschwindigkeitsorientierter (•) Bewegungsausführung der Übung liegend Anreißen (80 WH; KA-Testgewicht; 30 WH/min; $n=12$)

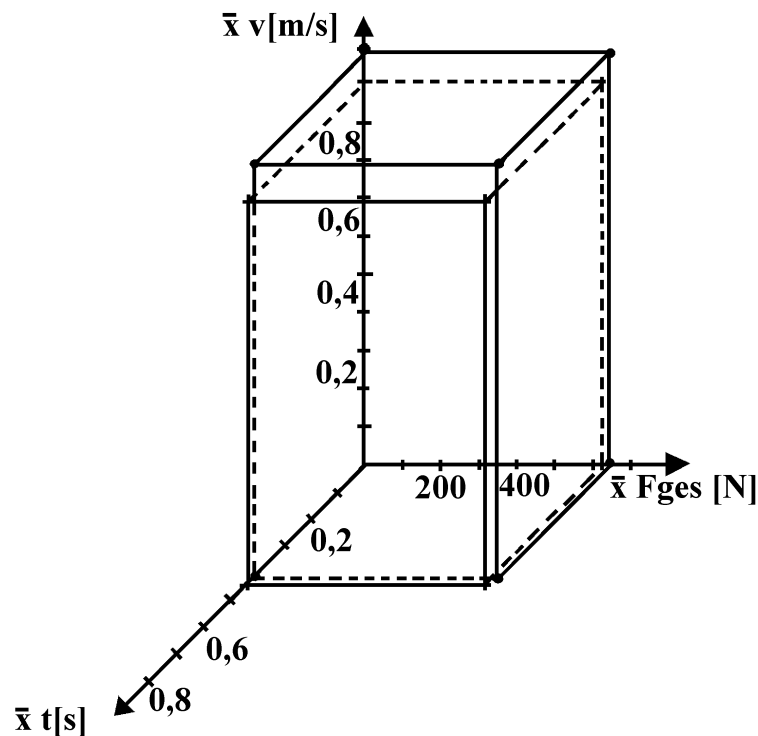


Abb.82: Dreidimensionaler Vergleich elementarer Daten (Mittelwerte für 80 WH) für das Zeitintervall vom Bewegungsbeginn (t_0) bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit (t_{vmax}) bei normaler (+) und geschwindigkeitsorientierter (•) Bewegungsausführung der Übung liegend Anreißen (80 WH; KA-Testgewicht; 30 WH/min; $n=12$)

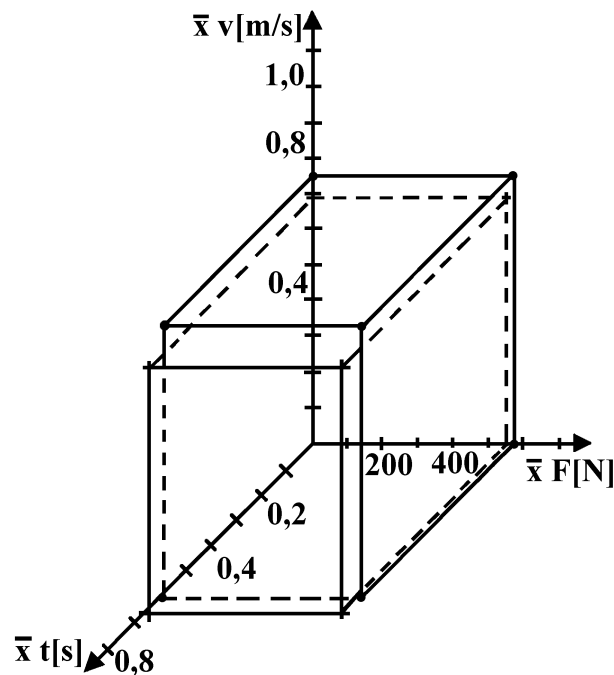


Abb.83: Dreidimensionaler Vergleich elementarer Daten (Mittelwerte für 80 WH) für das Zeitintervall der gesamten Bewegung (t_{ges}) bei normaler (+) und geschwindigkeitsorientierter (•) Bewegungsausführung der Übung liegend Anreißen (80 WH; KA-Testgewicht; 30 WH/min; $n=12$)

Diese Abbildungen verdeutlichen, daß es sich bei der Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit um ein Geschehen handelt, welches nur in einer komplexen Sichtweise erfassbar ist und weiterhin, daß dieses Geschehen zeitlich sehr differenziert innerhalb des Bewegungsablaufes in Erscheinung tritt. Dies betrifft unterschiedliche Phasen des Kraftanstieges. Die eigenständige Bedeutung der Beschleunigungs-, Kraft-, Impuls- und Leistungswerte für die Phase der maximalen Beschleunigung (t_{bmax}) weist auf die Notwendigkeit hin, die Arbeitsdefinition der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Rudern (s. Kap. 5.1.2.2.) bezüglich einer eventuell notwendigen Differenzierung zu überprüfen. Die Untersuchungsergebnisse belegen, daß die Bewegungsgeschwindigkeit nur unter bestimmten Bedingungen Ausdruck der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit ist, da sie vordergründig durch die biomechanischen Rahmenbedingungen (Bewegungswiderstand, Wiederholungszahl, Frequenz, Bewegungsamplitude) bestimmt wird. Für eine differenzierte Beschreibung des Testgeschehens der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit sind deshalb Daten zu bevorzugen, die einerseits die Bewegung differenziert (unterschiedliche Bewegungsphasen - t_{bmax} , t_{vmax} , t_{ges}) und andererseits komplex (Beschleunigung, mittlere Kraft bezogen auf einen konkreten Bewegungsabschnitt, Kraftanstieg pro Zeiteinheit, Impulse, Leistungen) erfassen. Auf diese Weise ist sowohl der Aspekt des Erreichens hoher Bewegungsgeschwindigkeiten bei klar abgegrenzten biomechanischen Bedingungen als auch die Dynamik des Kraftanstieges zu berücksichtigen (vgl. Kap. 4.3.1.). Hinzu kommt die Dimension der Wiederholungszahl.

An diesem Punkt der Untersuchungen waren mit den erlangten Erkenntnissen auch neue Entscheidungen über das weitere Vorgehen notwendig. Die getrennte Untersuchung der Bewegungsgeschwindigkeit als biomechanische Kenngröße und als Testgröße der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit hatte bestätigt, daß getrennte, voneinander unabhängige Ergebnisse möglich sind (Der erbrachte Nachweis der wesentlichen Leistungsreserve durch die Nutzung der Bewegungsgeschwindigkeit im

Krafttraining und anderen Bereichen des Konditionstrainings schließt eine positive Beantwortung der Frage nach der Relevanz der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit als Leistungsvoraussetzung des Ruderns nicht ein!). Gleichzeitig zeigte sich bei der weiteren Analyse der im T II Jan./Febr. 1989 der Frauen erhobenen Daten, daß hier die beiden unterschiedlichen Aspekte der Bewegungsgeschwindigkeit (biomechanische Kennziffer und Fähigkeitsaspekt) ihren Berührungspunkt haben und die Notwendigkeit deren schwieriger, aber methodisch notwendiger Trennung zur Vermeidung trainingsmethodischer Fehlinterpretationen.

Dieser Erkenntnis entspricht die in Kapitel 2. angegebene Reihenfolge der Gesamtmethode. Der Versuch, sowohl den funktionellen als auch den korrelativen Aspekt der Bewegungsgeschwindigkeit zeitlich parallel zu bearbeiten, führte zu einer kritischen Phase im Verlauf der Untersuchungen. Mit der Erkenntnis der Notwendigkeit zur differenzierten Analyse der Test- und Trainingsübung liegend Anreißen erhielten die Untersuchungen zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit neue Lösungsimpulse. Neben dem Erkennen der Teilschritte der Gesamtuntersuchungsmethode entstand dabei auch die Erkenntnis, daß bei Veränderung der angegebenen Teilschrittreihenfolge oder der ungenügenden Realisierung einzelner Teilschritte untersuchungs- und trainingsmethodische Fehler entstehen können. Dies ist ein weiterer Hinweis auf die Gefahr der untersuchungsmethodischen Verkürzung des Erkenntnisprozesses (vgl. Kap. 2. bzw. Willimczik, 1985 12) mit seinen negativen Folgen, aber auch darauf, daß für das Erlangen von differenzierten als auch komplexen Erkenntnissen zu entsprechenden Fähigkeiten ebensolche Erkenntnisse der biomechanischen Vorgänge Voraussetzung sind und gezielt als Quelle des Erkenntniszuwachses genutzt werden sollten.

Im Zusammenhang mit der Erlangung grundlegender funktioneller Erkenntnisse stellte sich auch die untersuchungsmethodische Frage, ob die Methode des Mittel- und Streuungswertvergleiches ausreichende Informationen über die Unterschiede bei normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung liefert. Aus diesem Grund wurden die Daten der normalen und der geschwindigkeitsorientierten Bewegungsausführung außerdem einer Korrelations- bzw. Regressionsanalyse unterzogen (Normalverteilung nach dem David-Test geprüft).

Zunächst entstand daraus ein weiteres Problem, welches sich bei seiner Lösung zu einer weiteren untersuchungsmethodischen Erkenntnis entwickelte. Das Problem wurde an Hand der Korrelation zwischen gehobenen Lasten (kg) und den erreichten durchschnittlichen Geschwindigkeitsmaxima für 80 Wiederholungen (m/s) deutlich. Für diese Korrelation ist entsprechend den Auffassungen in Kapitel 4.1.1. ein auch bei dieser geringen Population sehr signifikant bis hoch signifikanter negativer Korrelationskoeffizient zu erwarten (Hillsche Abhängigkeit). Der tatsächliche Korrelationskoeffizient war nicht signifikant und positiv! Dieses scheinbar mit den Grundpositionen im Widerspruch stehende Ergebnis findet seine Erklärung in der Tatsache, daß die Sportlerinnen mit unterschiedlichen prozentualen Testlasten trainieren. Der Korrelationskoeffizient zwischen den prozentualen Zusatzlasten (%) und den erreichten Geschwindigkeitsmaxima war sehr bis hoch signifikant negativ (vgl. Bayer 1986, 34 und Bayer 1989, 6 u.9)! Für die Untersuchung der Bewegungsgeschwindigkeit bzw. generell folgt daraus, daß die differenzierte Untersuchung von Absolutdaten zur Erlangung von Erkenntnissen über funktionelle Abhängigkeiten nur sinnvoll ist, wenn sie gleiche relative Daten repräsentieren, da sie sonst von den Beziehungen der Fähigkeiten verfälscht, überdeckt oder ins Gegenteil verkehrt werden können! Diese Erscheinung bildet ein weiteres konkretes Argument für die konsequente Trennung des funktionellen

und des Fähigkeitsaspektes (vgl. Kap. 2. und 3.), die jedoch besonders bei praktischen Problemlagen nicht immer einfach zu erkennen und zu realisieren ist.

Die relevante Erkenntnis aus den Korrelationsanalysen war die sichtbare Straffung der Zusammenhänge der kinematischen und dynamischen Kenndaten von der normalen zur geschwindigkeitsorientierten Bewegungsausführung. Dies war ein Hinweis auf die Reduzierung von bei normaler Bewegungsausführung bestehenden Freiheitsgraden bzw. die Nutzung von Reserven im Kraftausdauertraining durch die Forderung nach Maximierung der Bewegungsgeschwindigkeit. Damit zeigte sich ein weiteres Mal, daß die Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining eine relevante Leistungsreserve darstellt.

Die ermittelten Regressionsfunktionen von prozentualer Zusatzlast und entsprechender Bewegungsgeschwindigkeit für die normale und die geschwindigkeitsorientierte Bewegungsausführung ermöglichen die Bestimmung konkreter Geschwindigkeitsvorgabewerte für unterschiedliche Zusatzlaststufen (Bayer 1989, 9):

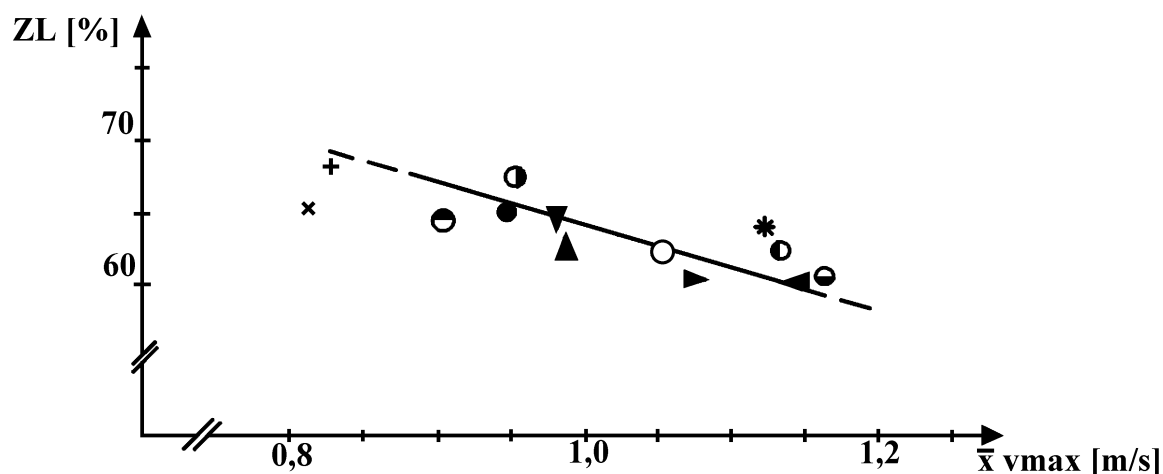


Abb.84: Regressionsgerade der Beziehung zwischen prozentualer Zusatzlast und dem Mittelwert der Geschwindigkeitsmaxima einer Serie des liegend Anreißens (80 WH) im Kraftausdauertraining ($r = 0,76^{**}$) bei normaler Bewegungsausführung (Bayer 1989, 910)

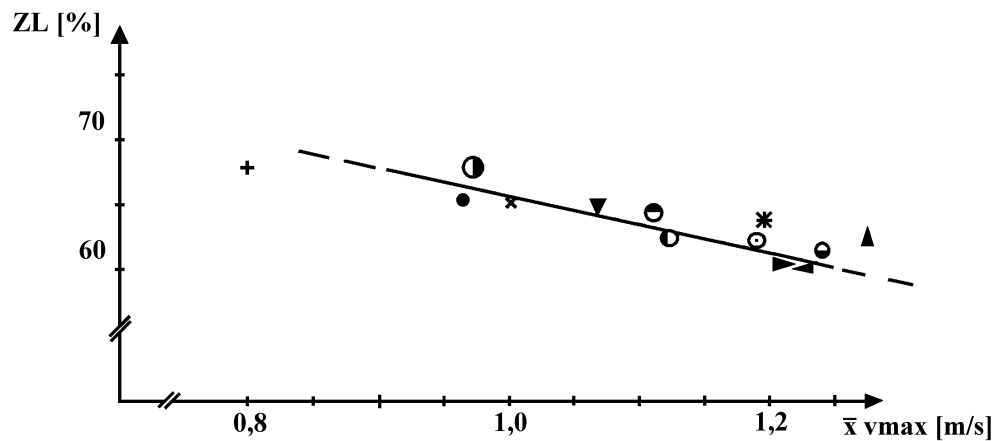


Abb.85: Regressionsgerade der Beziehung zwischen prozentualer Zusatzlast und dem Mittelwert der Geschwindigkeitsmaxima einer Serie des liegend Anreißens (80 WH) im Kraftausdauertraining ($r = 0,86$ ***) bei geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung (Bayer 1989, 910)

Mit dem bis hierher erlangten Erkenntnisstand kann sowohl die erste Fragestellung bejaht als auch die entsprechende Hypothese als verifiziert angesehen werden (s. 5.1.1.)!

Demnach stellt im Unterschied zur Bewegungsfrequenzvariation, die direkte Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining von Ausdauersportlern eine relevante Leistungsreserve dar, welche bei sonst gleichen Belastungsanforderungen, zu einer Erhöhung der Bewegungsleistung und damit einer verstärkten Beeinflussung wettkampfspezifischer konditioneller Leistungsanteile im Krafttraining führt.

Die physiologischen Auslenkungen sind gegenüber der herkömmlichen Gestaltung des Krafttrainings erhöht, lassen sich aber durch die bewußte Gestaltung und Kontrolle der objektiven Belastungsanforderungen (Pausen, Frequenzen) und des subjektiven Belastungsgrades (Hf, Laktat) sicher steuern! Diese Ergebnisse weisen einen Weg zur Qualifizierung und Effektivierung des Maximalkraft- und Kraftausdauertrainings, begründen aber keine inhaltliche Erweiterung des Kraftfähigkeitsprofils im Rudern um den Schnelligkeitsfaktor.

Die Beantwortung der zweiten, nach der ersten, stark generalisierten, Fragestellung verlangt einen individuellen Vergleich der normalen und der geschwindigkeitsorientierten Bewegungsausführung zur Erlangung differenzierterer Erkenntnisse. Dazu bieten sich folgende Teilschritte unter konsequent intraindividuellem Sicht an:

- Mittelwert- und Streuungsvergleich,
- Korrelationsanalyse der einzelnen Bewegungsdaten bei normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung und
- Vergleich der Positionen der einzelnen Sportlerinnen im Regressionsfeld normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung in Relation zur Grundregression.

Der Mittelwertvergleich ergab bis auf eine Sportlerin (ohne jegliche Veränderung) eine generelle Erhöhung der mittleren Geschwindigkeit, die bei 3 von 14 Sportlerinnen nicht

signifikant und bei 11 Sportlerinnen hochsignifikant war (Bayer 1989, 4, Tab.1). Je differenzierter das betrachtete Bewegungsmerkmal, desto differenzierter war auch die Reaktion der Sportlerinnen auf die Forderung nach Geschwindigkeitserhöhung und je komplexer das Bewegungsmerkmal, desto konformer war der Veränderungstrend. Eine Unterscheidung in elementare und komplexe Daten ist oben bereits vorgenommen worden. Die Mehrzahl der Sportlerinnen reagierte gleichzeitig mit Variablen und Invariablen ($n=8$), während die Extreme von Sportlerinnen gebildet wurden, bei denen sich nur Veränderungstrends bei allen Bewegungsdaten zeigten ($n=2$) oder sich alle Parameter mindestens sehr signifikant veränderten ($n=3$). Die Fülle der unterschiedlichen Daten und die heterogene Reaktion macht eine Einzel-fallbetrachtung nicht sinnvoll.

Zusammenfassend kann zum individuellen Vergleich gesagt werden, daß nur relativ komplexe kinematische (Beschleunigung), dynamische und direkt von ihnen abhängige Werte (Impuls, Leistung) einen annähernd konformen Trend der Reaktion aufweisen, während elementare kinematische Kennwerte und Daten von einzelnen Bewegungsphasen eher individuelle Unterschiede manifestieren und deshalb die Reaktion auf die Forderung nach Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit nicht im Komplex erfassen können.

Im Vergleich von elementaren und komplexen sowie von kinematischen und dynamischen Daten ist außerdem zu beachten, daß die kinematischen Kennwerte einen ausschließlich intraindividuellen Vergleich ohne eine Veränderung des Bewegungswiderstandes (Last) erlauben, da der Widerstandsanteil der Bewegung durch diese Daten nicht erfaßt wird. Das heißt Relationen zwischen den Sportlern sind nur über Daten herstellbar, die sowohl den Beschleunigungsanteil als auch den Widerstandsanteil, in diesem Fall den Hubanteil, erfassen. Dies ist nur mit Hilfe dynamischer Werte bzw. mit Hilfe direkt von ihnen abhängiger Komplexdaten (Impuls, Leistung) möglich.

Die intraindividuellen Korrelationen wiesen wie der Gesamtvergleich durch eine sichtbare Straffung der Beziehungen (Anstieg der Korrelationskoeffizienten) von der normalen zur geschwindigkeitsorientierten Bewegungsausführung auf eine Verminderung der Freiheitsgrade im Krafttraining hin. Diese Straffung der Korrelationen ist besonders bei Sportlerinnen mit signifikanten Unterschieden zwischen normaler und geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung zu beobachten, während dies bei den Sportlerinnen ohne signifikante Veränderungen der Bewegungsstruktur nicht der Fall ist. Auch bei der Korrelationsanalyse zeigen sich demnach generalisierte, einheitliche Reaktionstrends neben differenzierteren und individuell unterschiedlichen Trends.

Auch die Analyse der Lage von einzelnen Sportlerinnen innerhalb des Korrelationsfeldes im Verhältnis zur Regressionsgeraden stellt eine Verbindung der generellen Beziehung und der individuellen Besonderheiten dar (vgl. Abb.84 und 85). Mit der Sicherheit der Erkenntnis über die Relevanz und die Art des Grundzusammenhanges gewinnt diese kombinierte Analyse-methode besonders an Gewicht zur Erlangung prognostischer und individuell-trainingssteuernder Erkenntnisse. Hier entsteht ein Kreisprozeß von funktionellem und korrelativem Erkenntnisgewinn, wie ihn Ikai (1970) und Bosco (1983) intraindividuell eingeschränkt beschrieben (vgl. 4.1.1.). Dabei liefert die funktionelle Betrachtungsweise Ausgangsinformationen (Grundzusammenhang) und im Anschluß an die Erlangung leistungsstruktureller Erkenntnisse mittels der korrelativen Betrachtungsweise zielgerichtete steuernde Informationen zur Erlangung der entsprechenden Fähigkeitsausprägungen (anzustrebende Positionen im Verhältnis zur Grundregression). Diese Methode stellt eine Teilmethode innerhalb der in Punkt 2.

postulierten Gesamtmethode dar und bietet sich für die unterschiedlichen relevanten Bewegungsphasen an.

Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen individuellen, trainingsgruppen- und disziplinspezifischen Trends der Bewegungsausführung sind in der folgenden Abbildung je 2 typische Extrembeispiele zu einer typischen Verlaufsform zusammengefaßt.

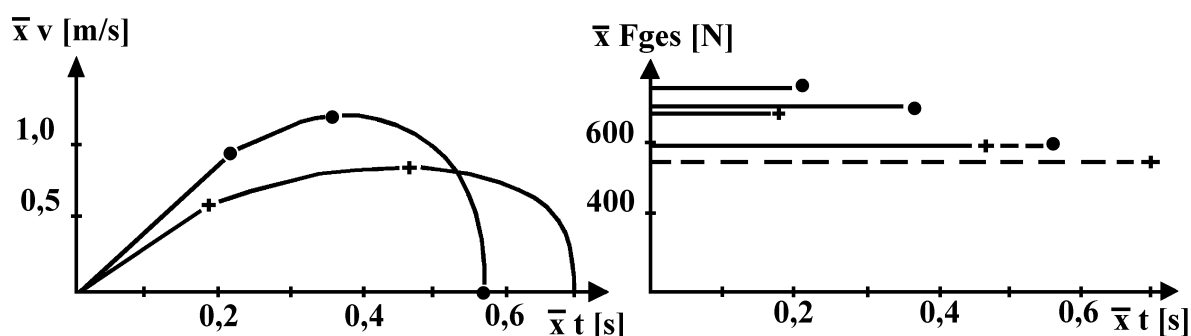


Abb.86: Schematisierte v-t- und F-t-Verläufe beim liegend Anreißen (Mittelwert 80 WH) mit geschwindigkeitsorientierter Bewegungsausführung zur Verdeutlichung der bestehenden Unterschiede durch jeweils 2 zusammengefaßte typische Extrembeispiele aus dem Skull- (+: 50,0kg) und dem Riemenbereich (•: 52,5kg - Bayer 1989, 14)

Die Analyse der individuellen Unterschiede bei der Bewältigung von Belastungsserien im Kraftausdauertraining verdeutlichte auch die extreme Position einiger Sportlerinnen des Skullbereiches mit überdurchschnittlichen prozentualen Zusatzlasten. Die Belastung dieser Sportlerinnen war durch hohe Einzelkontraktionszeiten und geringe Bewegungsgeschwindigkeiten gekennzeichnet. Dadurch stellte für diese Sportlerinnen die Bewegungsfrequenz von 30 Wiederholungen pro Minute bereits die objektive Obergrenze der möglichen Belastungsanforderung dar. Das Bestreben nach gleichen oder ähnlichen absoluten Test- und Trainingslasten provoziert und verdeckt die z.T. extreme Belastungssituation dieser Sportler, die sich auch in der häufig beklagten Unfähigkeit zur Realisierung höherer Bewegungsfrequenzen solcher Sportler manifestiert. Die besondere Belastungssituation dieser Sportlerinnen ließ sich nicht an der Laktaziden Mobilisation "ablesen", da diese eher relativ gering war.

Auf der Grundlage der hier zusammengefaßt angeführten Erkenntnisse läßt sich aus der 2. Hypothese korrigierend und präzisierend folgende These formulieren:

Auf die Forderung nach Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit bei Kraftausdauererien des Krafttrainings mit allgemeinen Mitteln und sonst unveränderten Belastungsanforderungen (WH-Zahl; Frequenz, Zusatzlast) reagieren die Sportler grundsätzlich ähnlich, gemessen an dynamischen oder direkt abhängigen Komplexdaten (Impuls, Leistung). Bei kinematischen Daten, insbesondere bei elementaren (Geschwindigkeit, Zeit), sind die Reaktionen heterogen, sofern sie nicht die Gesamtbewegung im Mittel beschreiben. Auch die Reaktionen der Sportler in den unterschiedlichen Bewegungsphasen sind heterogen, so daß alle Bewegungsphasen anteilig am Ergebnis der Gesamtbewegung beteiligt sind und individuell unterschiedlich genutzt werden können. Konditionstyp-, Trainingsgruppen- und Disziplinspezifika (Skull, Riemen) treten tendenziell auf, werden aber von der individuellen Streuung überdeckt.

Für eine Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerdefinition im Rudern sind komplexe Kraftwerte (Widerstands plus Beschleunigungsanteil) in unterschiedlichen Phasen des Kraftanstieges relevant. Hier bestehen Parallelen zu den bisher für monozyklische Bewegungen grundsätzlich beschriebenen Anfangs- oder Start-, Explosiv- und Approximationskräften (Verchosanskij, Schmidtbleicher, Bühle, Müller - vgl. 4.3.5.1.) sowie den Wirkungen unterschiedlicher Kraftanstiegsgradienten innerhalb der Rudergesamtbewegung am Ergometer auf morphologische und metabolische Anpassungen (Roth/Schwanitz/Pas 1987 - vgl. 4.3.5.2.). All diese Komponenten der Kraftentfaltung liegen zeitlich vor dem Erreichen des Geschwindigkeitsmaximums und lassen sich durch kinematische Kennziffern nur indirekt erfassen.

Für Kraftausdauererienbelastungen ist der untersuchungsmethodische Aufwand als sehr erheblich einzuschätzen und deshalb nur bei nachgewiesener hoher Relevanz als Routinetest zu empfehlen.

Mit den unter diesem Punkt dargestellten Erkenntnissen konnten die Fragen 1. und 2. beantwortet und die entsprechenden Hypothesen verifiziert bzw. korrigiert und präzisiert werden (vgl. 5.1.1.). Gleichzeitig ist damit die Erkenntnisgrenze der funktionellen Betrachtungsweise erreicht und demzufolge die Untersuchung mit dem korrelativen bzw. Fähigkeitsaspekt fortzusetzen.

5.3. Ergebnisse der Untersuchungen zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns

Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, erfolgte die Suche nach Erkenntnissen zur Relevanz der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns bereits in einem frühen Stadium der Untersuchungen zur Rolle der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining insgesamt. Die Ursache für ein derartig stark paralleles Vorgehen und damit letztlich auch für den Verstoß gegen die in Kapitel 2. vorgegebene Reihenfolge des untersuchungsmethodischen Vorgehens bestand in dem hohen Erwartungsdruck der Sportpraxis und damit verbunden dem Bedürfnis, die Relevanz des Gesamtvorhabens zu belegen. Diese Situation ist typisch für das Zusammenwirken von Trainingspraxis und sportwissenschaftlicher Erkenntnisfindung, da die Trainingspraxis auf kurzfristig erfolgsgarantierende Lösungen drängt, während neue sportwissenschaftliche Erkenntnisse bestenfalls mittelfristig, häufiger und zunehmend nur langfristig erreichbar sind. Trotz der, nur im gegenseitigen Einvernehmen lösbaren, Interessenkonflikte, sind verkürzte Schlüsse im Interesse aller Erkenntnisnutzer zu vermeiden. In den folgenden Ausführungen soll auch dieses Problem transparent werden. Der Prozeß der Erkenntnisgewinnung soll auch hier komprimiert, aber vollständig, wiedergegeben werden.

Aufbauend auf den Erkenntnisansätzen von Mahlo (1981, 1982) und den in den Voruntersuchungen gesammelten Erfahrungen wurde ein Maximalkraft-/Schnellkraft- (MK/SK), ein Schnellkraft- (SK) und ein Schnellkraftausdauer- (SKA) im liegend Anreißen konzipiert, der erstmals im Frühjahr 1985 als Schnellkraft- und Schnellkraftausdauer- von Ruderinnen (März 1985) und Ruderern (Apr. 1985) des Seniorenbereiches realisiert wurde (s. 5.2., Tab.7). Im Riemenbereich der Männer bot sich auf Grund der ausreichend hohen Population ($n=21$) sowie der zeitlichen und inhaltlichen Verbindung zu einer Meßserie der komplexen Leistungsdiagnostik (KLD) die Überprüfung der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerdaten an Hand von Außenkriterien an. Als Ausdruck der Schnellkraft- bzw. Schnellkraftausdauerfähigkeit diente der v_{\max} -Wert eines maximalkräftigen Hubes (SK) bzw. das Mittel aus einer repräsentativen Serie von Meßwerten für 210 Wiederholungen (SKA) mit einheitlich 45kg Zusatzlast unter sonst dem Kraftausdauer- vergleichbaren Bedingungen (vgl. 5.2.). Zur Summe der Arbeit im semispezifischen Wettkampftest (Ruderbecken) über 7 Minuten ergab sich eine signifikante Beziehung der Schnellkraftausdauerdaten ($r=0,5$; $n=21$, *).

Damit existierte ein erster, statistisch abgesicherter Hinweis auf die Bedeutung der Schnellkraftausdauerfähigkeit in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns (Bayer 1986, 17).

Die im Frühjahr 1985 begonnenen Untersuchungen zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit in Form des Schnellkraft- und Schnellkraftausdauer- tests wurden im Herbst 1985 in gleicher Form, ergänzt durch den ursprünglich konzipierten Maximalkraft-/Schnellkrafttest (Frauen: 60kg; Männer: 80kg), weitergeführt:

Tab.13: Ergebnisse der Maximalkraft-/Schnellkraft-, Schnellkraft- und Schnellkraftausdauer tests liegend Anreißen im weiblichen und männlichen Seniorenbereich des DRSV im Herbst 1985 (Bayer 1986, 23-24)

		Riemen		Skull	
		Mwt. / Strg.		Mwt. / Strg.	
Seniorinnen Oktober 1985					
		(n=41)		(n=15)	
v _{max} 60kg	(m/s)	0,98	0,17	0,99	0,16
v _{max} 35kg	(m/s)	1,78	0,18	1,80	0,21
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,33	0,16	1,40	0,19
Q _{vmax(Mwt.):vmax35kg}	(%)	74,90		5,24	77,804,24
Senioren November 1985					
		(n=41)		(n=16)	
v _{max} 80kg	(m/s)	1,23	0,13	1,18	0,14
v _{max} 45kg	(m/s)	2,14	0,15	2,09	0,14
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,56	0,13	1,54	0,18
Q _{vmax(Mwt.):vmax45kg}	(%)	72,98		5,90	73,539,93

Diese Ergebnisse bekräftigten, entsprechend der trainingsperiodischen Situation im Trainingsjahresverlauf, die Ergebnisse aus dem Frühjahr 1985. Die mit diesen Werten berechneten Korrelationen zu den verfügbaren Kriterien der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns bestätigten jedoch nicht die hohe Erwartungshaltung, sondern warfen eher nachgeordnete Fragen auf.

Zur maximalen semispezifischen Durchzugskraft (A_{\max}) ließen die MK-/SK-(60kg bzw. 80kg) und SK-(35kg bzw. 45kg) Werte nur gegenüber den statischen Maximalkraftwerten (mka) eine höhere Wertigkeit erkennen, während die Maximalkraftfähigkeit liegend Anreißen sich etwa gleichwertig zeigte. Die Interkorrelationen dieser partiellen Kraftwerte waren hoch signifikant. Die SKA-Werte (v_{\max} -Mittelwerte für 210 WH) wiesen zur semispezifischen aeroben Kraftausdauerfähigkeit (AKA) und zur Kraftausdauerfähigkeit im liegend Anreißen nicht bis schwach signifikante Beziehungen auf. Komplexere konditionelle Außenkriterien standen zu diesem Zeitpunkt nicht zur Verfügung.

Insgesamt konnte den MK-/SK-, SK- und SKA-Werten zwar ein fester Platz in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen zugewiesen werden, aber ihre Bedeutung lag nicht über denen der lokalen Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit. Die SK-Werte zeigten eine vordergründige Abhängigkeit von der Maximalkraftfähigkeit und die SKA-Werte von den SK-Werten (hoch signifikant). Dagegen wies die fehlende Signifikanz oder geringe Ausprägung der Korrelationen zwischen SKA- und Kraftausdauerwerten auf die Unterschiedlichkeit der durch diese Werte repräsentierten Fähigkeiten hin (Bayer 1986, 23-25).

Für alle lokalen Kraftwerte zeigte sich einheitlich, daß sie Kraftfähigkeiten repräsentieren, die entsprechend dem Trainingsregime im Verlauf des Trainingsjahres reagieren. Hier zeigte sich die Verbindung zwischen der trainingsmethodischen Konzeption des Krafttrainings im DRSV und einer Reaktion der entsprechenden Kraftfähigkeiten, ohne deren zielgerichtete Beherrschung zu implizieren.

Eine weitere interessante Erkenntnis ergab sich aus dem Vergleich von Relativwerten. Die Quotienten der Umsetzung von statischer Maximalkraftfähigkeit der Armzugmuskulatur (mka) in maximale semispezifische Durchzugskraft (A_{\max}) und der Verhältnis-

quotient von statischer Maximalkraftfähigkeit (mka) und Schnellkraftfähigkeit (SK) korrelierten signifikant (Frauen 0,47 *, n=26) bis stark signifikant (Männer 0,46 **, n=33) miteinander (Bayer 1986, 25). Die trainingsmethodische Aussage lautet also unabhängig von der absoluten Höhe der Schnellkraftfähigkeit: **Je höher die relative Schnellkraftfähigkeit der Sportler, desto besser gelingt es ihnen, die statische Maximalkraftfähigkeit in semispezifische maximale Durchzugskraft umzusetzen!** Diese Aussage bildet ein Indiz für eine differenziertere Sicht der Kraftfähigkeiten in dem Verständnis der Maximalkraftfähigkeit als elementare Basiskraftfähigkeit und der Schnellkraft- und Kraftausdauer- bzw. Schnellkraftausdauerfähigkeit als differenziert-qualitative Ausprägung. Die Relativwerte bzw. Quotienten erwiesen sich nicht als Leistungskriterium mit eigenständiger Bedeutung.

Die Schlußfolgerung aus dieser unbefriedigenden Aussagesituation bestand in dem Bestreben, weitere SK-Werte zu wettkampfrelevanten Zeitpunkten zu objektivieren, verbunden mit der Erfassung eines komplexen Außenkriteriums und den entsprechenden partiellen Kraftfähigkeiten der Armzugmuskulatur.

Bis einschließlich Frühjahr 1988 wurde die beschriebene Form der partiellen Schnellkraftdiagnostik weitergeführt und die Ergebnisse im Rahmen der interessierenden Fragestellung (s. 5.1.1., Frage 3.) auf ihre Relevanz in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen hin überprüft. Die Tests konnten nur z.T. unter Bedingungen erfolgen, welche die angestrebte Beantwortung der Fragestellung erlaubten. Durch die konsequente Weiterführung der Tests in der beschriebenen Form über vier Trainingsjahre (Ausgangstest jeweils im Herbst und Endtest im Frühjahr) im weiblichen und männlichen Seniorenbereich des DRSV entstand, trotz dieser Einschränkungen, eine aussagefähige Untersuchungsbasis (13 Meßserien - Bayer 1988, 5, Tab.1). Auf dieser relativ breiten empirischen Grundlage konnten wesentliche Aussagen zu dieser Testform erlangt werden.

- Die Schnellkraftausdauer- und die Kraftausdauerwerte der Armzugmuskulatur wiesen sowohl nicht signifikante und signifikante, also labile Korrelationen zur komplexen konditionellen Leistungsfähigkeit im Wettkampftest über sieben Minuten (Summe Arbeit 7 min) und zur aeroben Kraftausdauerfähigkeit (AKA) auf. Dabei zeigten sich Vorteile der SKA-Werte, die aber durch eine Prüfung der Korrelationskoeffizientenunterschiede auf Signifikanz (nach Lohse/Ludwig/Röhr, 1986, 235ff.) nicht statistisch abzusichern waren (Bayer 1988, 68).
- Die Beziehungen zwischen den SKA- und KA-Werten sind insgesamt signifikant, belegen aber gleichzeitig die Repräsentation unterschiedlicher Kraftfähigkeiten (Bayer 1988, 910).
- Die Korrelationen der statischen Maximalkraftfähigkeit (mka), der dynamischen Maximalkraftfähigkeit im liegend Anreißen (MKLA), der MK-/SK- und der SK-Fähigkeit der Armzugmuskulatur zu den übergeordneten konditionellen Leistungskennziffern wie der komplexen konditionellen Leistungsfähigkeit im Wettkampftest über sieben Minuten (Summe Arbeit 7 min), der maximalen semispezifischen Durchzugskraft (A_{max}) sowie zur partiellen Kraftausdauer- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im liegend Anreißen wiesen ebenfalls eine vordergründig gleichartige Relevanz dieser Kraftfähigkeiten in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns aus (Bayer 1988, 10-21).
- Differenzierungen zwischen den partiellen Maximalkraft- und Schnellkraftfähigkeiten lassen sich nur als Trend zwischen statischer Maximalkraftfähigkeit (mka) und der Schnellkraftfähigkeit belegen. Hier zeigen sich auch Unterschiede in den Interkorre-

lationen (Bayer 1988, 22-24), die ansonsten eine enge Verbindung dieser Kraftfähigkeiten belegen.

Diese Ergebnisse belegen die eminente Basisfunktion der Maximalkraftfähigkeit für die Bewegungsgeschwindigkeit bei einheitlich vorgegebenen SK-, KA- und SKA-Testlasten bzw. entsprechender Kraftfähigkeiten und stellen eine eindeutige Antwort auf grundlegende theoretische Fragestellungen nach der Bedeutung der Maximalkraftfähigkeit für derartige Fähigkeiten dar. Zur Differenzierung der genannten Kraftfähigkeiten und erst recht für die Setzung von Prioritäten eignen sich diese Ergebnisse nicht. Neben der Frage nach der ausreichenden Differenziertheit der Tests waren mögliche Problemeinflüsse einer eventuell von der Normalverteilung abweichenden Verteilung der Daten, einer eventuell erheblichen Abweichung der Regressionsfunktion von der vorausgesetzten Linearität, einer eventuell multiplen Wirkung der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit auf die komplexe konditionelle Leistung und eventuelle Einflüsse der Armlänge als eine betreffende anthropometrische Größe abzuklären!

Zur Begradigung z.T. extremer Auffassungen wurde zunächst die Schnellkraftkomponente im Hinblick auf den Olympiazzyklus 1989/92 als qualitative Ausprägungskomponente auf der Basis der Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit (inhaltlich und zeitlich) definiert (Bayer 1988, 25).

Die weitere mathematisch-statistische Bearbeitung der erhobenen Daten war unabhängig von weiteren Tests möglich. Dieses Vorgehen bot sich auf Grund des auch bei bereits vorliegendem Datenmaterial hohen Analyseaufwandes an.

Die Prüfung der Normalverteilung erfolgte nach dem David-Test, welcher den Anforderungen für relativ robuste Analysemethoden genügt (Krause/Metzler 1988). **Es wurden keine die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen verzerrenden Abweichungen von der Normalverteilung gefunden. Den Untersuchungsdaten konnte eine prinzipielle Normalverteilung, geprüft an dem Verhältnis von Spannweite und Standardabweichung, zugestanden werden.**

Die Analyse der Regressionsfunktion bot sich für Meßserien an, welche die komplexe konditionelle Leistungsfähigkeit im Wettkampftest (Summe Arbeit 7min) umfaßten. Dies traf jedoch in Verbindung mit der SK-/SKA-Diagnostik nur im Frühjahr 1985 (Männer) und im Frühjahr 1987 (Frauen) zu. Die Anpassung unterschiedlicher Regressionsfunktionen (Linear-, Exponential-, Potenz- und Logarithmusfunktion) an die Daten erfolgte mit einem von Romanautzky (1987) erstellten Programm. **Die Regressionsfunktionen mit der höchsten Anpassung (Kriterium war die Größe des Bestimmtheitsmaßes) waren zwar nicht immer linear, wiesen aber kein Ausmaß der Abweichung von der Linearität auf, welches die Ergebnisse der Regressionsrechnungen wesentlich verändern könnte. Die Anwendung der herkömmlichen mathematisch-statistischen Verfahren (Korrelations- und Regressionsanalyse) auf der Basis angenommener Linearität beeinträchtigte die Ergebnisse in diesem Fall nicht wesentlich.**

Zur Prüfung eines eventuell vorhandenen multiplen Einflusses der Schnellkraft bzw. Schnellkraftausdauerfähigkeit wurden die erhobenen Daten mittels multipler Regressionsanalyse bearbeitet und auf diese Weise ihr Einfluß im Komplex mit anderen konditionellen Leistungsvoraussetzungen geprüft. Dazu wurden schrittweise alle Variablen bzw. Variablenkomplexe der multiplen Regressionsanalyse unterzogen. Als Bewertungskriterium dienten Signifikanzniveau und Größe des multiplen Korrelationskoeffizienten bzw. das Bestimmtheitsmaß.

Auch diese Analysen lieferten keine Erkenntnisse, welche die eindeutige Setzung von Prioritäten zwischen den lokalen Kraftfähigkeiten (MK-, SK-, KA- und SKA-Fähigkeit) erlaubte, da sich die SK- und SKA-Werte in ihrer Relevanz innerhalb der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen zwar deutlich vor den statisch erfaßten Maximalkraftwerten (mka) der KLD-Routine einordneten, aber gegenüber dynamisch erfaßten Maximalkraftwerten vor allem auf Grund der Lückenhaftigkeit der betreffenden Datenbasis keine Prioritätsentscheidungen möglich waren.

Diese weder zur eindeutigen Falsifizierung noch zur Verifizierung der Hypothese 3. (5.1.1.) geeigneten Ergebnisse ließen angesichts des hohen Untersuchungsaufwandes ein Verbleiben bei den bereits vorhandenen Auffassungen zur Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns angeraten sein. Für eine solche Entscheidung sind jedoch weitere Erkenntnisse, die parallel zu den Haupteckenkenntnissen erlangt wurden, zu beachten.

Im Höhentrainingslager T II Nov. 1987 der Frauen wurde ein täglicher Schnellkrafttest absolviert. Damit wurde das Ziel verfolgt zu überprüfen, ob sich dieser relativ unaufwendige Test (ein schnellkräftiger Zug mit 35kg im liegend Anreißen) zur Erfassung des aktuellen allgemeinen psychophysischen Leistungszustandes eignet. Den Hintergrund für diese Fragestellung bildete die in der KLD-Routine rein empirisch gewonnene Erkenntnis, daß bereits das Ergebnis einmaliger schnell- und maximalkräftiger Bewegungsausführungen (Test der semispezifischen maximalen Durchzugskraft - A_{\max}) in hohem Maße auf das Ergebnis des anschließenden semispezifischen Wettkampftestes über sieben Minuten Dauer (Summe Arbeit 7 min) schließen läßt. Für diese Untersuchung bot sich ein Trainingslehrgang mit seinen relativ hohen Belastungsanforderungen an.

Tatsächlich reagierten die SK-Werte im Mittel zwar nicht signifikant, aber in deutlicher Abhängigkeit von Intensität und Umfang der Trainingsbelastung bzw. von Erholungspausen. **Die Dynamik der SK-Werte war gegenüber der Belastungsdynamik erheblich verzögert und stellte vor allem eine kumulative Reaktion dar, die auf die Repräsentation einer latenten Fähigkeit durch diese Werte schließen läßt.** Ganz anders war die Dynamik der Harnstoffwerte ausgeprägt. Die Reaktionen auf die Belastung und Erholung waren signifikant bis stark signifikant und mit kurzfristiger Verzögerung nachweisbar. Sie ließen eher Rückschlüsse auf die kurzfristige Wirkung der Trainingsbelastung auf die aktuelle Stoffwechsellage zu. Die Laktatwerte ließen keine vergleichbar klaren Beziehungen zur Trainingsbelastung erkennen (Bayer 1988, 25-32).

Im Zusammenhang mit der Fragestellung, ob die SK-Werte eine psychophysische Fähigkeit repräsentieren, erlangte eine weitere Detailerkenntnis Bedeutung. Bei der Anwendung des täglichen SK-Tests bzw. bei SK-Tests direkt vor und nach Kraftausdauererien im liegend Anreißen, blieb der erwartete deutlich sichtbare Ermüdungseffekt aus. Lediglich bei Messungen erheblich unter zehn Sekunden nach Serienende und bei überlangen Serien im Satztraining (150 - 300 WH) waren verringerte SK-Werte zu beobachten. Daraufhin wurden zunächst im organisatorisch relativ einfachen Maximalkrafttraining die SK-Werte von neun Sportlerinnen nach der Erwärmung bzw. vor dem liegend Anreißen, nach dem liegend Anreißen als Station, nach der Trainingseinheit und nach der direkt anschließenden Entspannung/Dehnung/Lockerung bestimmt:

Tab.14: SK-Werte im Mittel von neun Sportlerinnen beim Maximalkrafttraining zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Trainingseinheit (Bayer 1988, 37)

	Schnellkrafttest (v_{\max} 35kg in m/s) Mwt. / Strg. (n= 9)	
nach der Erwärmung bzw. vor der Station liegend Anreißen	1,83	0,19
nach dem liegend Anreißen	1,83	0,18
nach der Trainingseinheit	1,80	0,18
nach Dehnung und Kompensation	1,76	0,19

Diese Ergebnisse belegen im Maximalkrafttraining trotz fehlender Signifikanz, daß sich das Maximalkrafttraining nicht reduzierend auf die SK-Werte auswirkt. Dagegen zeigen sich rückläufige Werte im Zusammenhang mit dem Rückgang der psychischen Mobilisation. **Dieses Ergebnis weist deutlich darauf hin, daß die Schnellkraftfähigkeit einerseits besonders durch die Maximalkraftfähigkeit, andererseits aber durch psychisch-koordinative Leistungsanteile determiniert ist. Hier ist besonders das zentralnervale Aktivierungsniveau zu nennen (vgl. Kap. 4.3.5.3.).**

Eine derartige Untersuchung wurde im Höhentrainingslager T II der Frauen im Jan./Febr. 1989 am Beispiel des Kraftausdauertrainings mit z.T. modifizierten Zeitpunkten wiederholt:

Tab.15: SK-Werte im Mittel von acht Sportlerinnen beim Kraftausdauertraining zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Trainingseinheit (09.02.1989)

	Schnellkrafttest (v_{\max} 35kg in m/s) Mwt. / Strg. (n= 8)	
vor der Erwärmung	1,92	0,22
nach der Erwärmung	1,97	0,16
nach der Trainingseinheit	2,00	0,20
nach Dehnung und Kompensation	1,97	0,21

Dieses Ergebnis stützt jenes vom November 1987 aus dem Maximalkrafttraining im allgemeinen, weist aber auch auf Unterschiede hin. Das zentralnervale Aktivierungsniveau bleibt beim Kraftausdauertraining tendenziell länger erhöht. Diese Erscheinung läßt sich bereits weitgehend mit den Unterschieden zwischen Stations- (Maximalkrafttraining) und Kreistraining (Kraftausdauertraining) erklären. Während beim Stations-training zwischen dem Ende der Station liegend Anreißen und dem Ende der Trainingseinheit eine erhebliche zeitliche und inhaltliche Differenz besteht, wird im Kreis-

training das liegend Anreißen bis zum letzten Kreis, und dort auch mehrmals, vom Sportler abverlangt.

Insgesamt belegen die Ergebnisse die hohe Bedeutung der zentralnervalen Aktivierung neben der Maximalkraftfähigkeit am Zustandekommen von Schnellkraft- und augenscheinlich auch von Schnellkraftausdauerleistungen. Der beschriebene Schnellkrafttest eignet sich zur Erfassung des psychophysischen Leistungsniveaus der Sportler. Hier sind Parallelen zu den Erkenntnissen an Hand der Untersuchung der Flimmerverschmelzungsfrequenz erkennbar (vgl. 4.3.5.3.). Das Problem der psychischen Ermüdung erlangt immer wieder an Bedeutung auf Grund der schlechten Zugänglichkeit im Unterschied zu vorrangig metabolisch begründeten Ermüdungs- und Erholungsvorgängen. Bei der Analyse der SK-Werte muß beachtet werden, daß deren absolute Höhe vorrangig von der Maximalkraftfähigkeit abhängig ist.

Zu den zu beachtenden Teilerkenntnissen, welche zur Entscheidungsfindung über die Weiterführung oder den Abbruch der Untersuchungen herangezogen werden sollten, gehört auch die Überprüfung der Beziehungen zwischen den SK-Werten und der Armlänge der Sportlerinnen. Auch diese Beziehung wurde an Hand von im Höhentrainingslager T II Jan./Febr. 1989 erhobenen Werten überprüft. Dazu wurden neben den SK-Werten die Armlängen (Acromion - Daktylion) von 19 Sportlerinnen erhoben. Der Korrelationskoeffizient betrug $r = 0,10$. Damit konnte auch diese Einflußmöglichkeit auf die Erkennbarkeit der Relevanz von SK- und SKA-Werten weitgehend ausgeschlossen werden.

All diese Teilergebnisse weisen auf die latente Existenz der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit hin, ohne daß sich die zunächst vermuteten, die Nachweismöglichkeit beeinträchtigenden Einflüsse bestätigten. Trotz des hohen zeitlichen Aufwandes erwiesen sich die mathematisch-statistischen Zusatzuntersuchungen nicht als überflüssig, da die Klärung derartiger Fragen ein generalisiert vernachlässigtes Problem, welches in einer Vielzahl von Untersuchungen anzutreffen ist, darstellt.

Für die Untersuchungen zur vorliegenden Thematik folgte aus diesen Teilergebnissen, daß die sowohl als Positiv- als auch als Negativergebnis ausgebliebenen Erkenntnisse nicht als ein Reliabilitätsproblem angesehen werden konnten. Dies zeigte sich ebenfalls bei Retests, auch dann, wenn der zeitliche Abstand relativ groß war. Die Lösung des Problems konnte demnach nur mit dem Untersuchungsansatz verbunden sein. Augenscheinlich war eine weitere Differenzierung des bereits diffizilen Problems notwendig, um dem Ziel einer abschließenden Aussage näherzukommen. **Die Arbeitsdefinition bzw. deren Auslegung erwies sich aus dieser Sicht als zu allgemein.**

Die Vorgabe einheitlicher Testlasten für die SK- und SKA-Tests rückt die Maximalkraftfähigkeit bzw. den Widerstandsanteil gegenüber dem Beschleunigungsanteil in den Vordergrund, obwohl dies zunächst durch die Wahl einheitlicher Lasten nicht der Fall zu sein scheint. Gleiche Lasten entsprechen jedoch nur absolut gleichen Widerstandsanteilen, während diese auf Grund der unterschiedlichen Maximalkraftfähigkeitsniveaus relativ verschieden sind und dadurch die Bewegungsgeschwindigkeit vordergründig bestimmt wird. Dies schlug sich in hoch signifikanten Korrelationen zwischen den SK- und SKA-Werten (v_{\max} -Werte) und der Maximalkraftfähigkeit nieder. Die Überlegungen zur weiteren Differenzierung der SK- und SKA-Tests gingen auf der Grundlage der erreichten Erkenntnisse dahin, den Widerstands- und den Beschleunigungsanteil bei der Kraftentwicklung im Test weitgehend gleich zu wichten. Dies wurde durch relativ gleiche, also absolut unterschiedliche, Testlasten realisiert. Die Wahl relativ gleicher

Widerstände (Lasten) ermöglicht die Berücksichtigung der absoluten Höhe des Widerstandsanteils, ohne daß die Beschleunigungskraft und damit individuelle Unterschiede von vornherein vorbestimmt sind. Dies entspricht auch der uneinheitlichen Wahl von relativen Bewegungswiderständen in der Trainings- und Wettkampfpraxis. Die sich auf Grund der außerhalb und innerhalb des DRSV stattfindenden Entwicklung deutlich verschlechternden Untersuchungsbedingungen führten zum weitgehenden Verlust der Möglichkeit zur Erlangung der komplexen konditionellen Leistungsfähigkeit repräsentierender Außenkriterien. Eine letzte verbleibende Möglichkeit waren die Rangfolgen bei Wettkämpfen am Ruderergometer (Concept II), die sich aus der benötigten Zeit für die Bewältigung einer einheitlich vorgegebenen Arbeitssumme (adäquat für einen 2000-m-Wettkampf) ergaben. Der, wie sich später herausstellte, letzte geeignete Wettkampf dieser Art fand am 22. Dez. 1989 statt. Kompatibel zu diesem Zeitpunkt wurde mit 18 Sportlerinnen der Berliner Sportclubs SC Dynamo und SC Berlin Grünau der veränderte SK-/SKA-Test realisiert (6.15.12.89), von denen 16 Sportlerinnen am Ergometerwettkampf teilnahmen. Als Zusatzlast wurde für alle Sportlerinnen eine Last von 60% ihrer aktuellen Maximalkraftleistung im liegend Anreißen festgelegt. Die übrigen Testbedingungen entsprachen denen der bisherigen SK-/SKA-Diagnostik für die Armzugmuskulatur. Außer den entsprechenden Leistungs- und Teilleistungsdaten wurden auch anthropometrische Kenngrößen des Armes erfaßt. Dabei handelte es sich um die Oberarmlänge, die Unterarmlänge, die Handlänge, die Fingerlänge und die Gesamtlänge des Armes. Die Erhebung dieser Daten erfolgte auf der Basis einer Toleranz von 0,5cm nach den Vorgaben der Anthropometriepunkte des Armes von Tittel/Wutscherk (1972, 63 u. 65-66).

Durch Korrelationsanalysen konnte abschließend nachgewiesen werden, daß keine der zahlreichen differenzierten Leistungsdaten der SK-/SKA-Diagnostik durch die anthropometrischen Gegebenheiten des Armes bestimmt wurden (s. Anhang Korrelationsmatrix SKT12_89).

Am Außenkriterium Platzierung beim Ergometerwettkampf galt es, einerseits die Daten des SK-Tests (ein schnellkräftiger Zug mit 60% der maximalen Last) und andererseits die des SKA-Tests (repräsentativ für 210 Wiederholungen) zu prüfen. Ferner sollten dabei auch die Korrelationen der Testdaten des SK- und des SKA-Tests untereinander geprüft werden. Im einzelnen wurden folgende Teilleistungen bestimmt und statistisch bearbeitet:

Tab.16: Teilparameter und Bezugskriterien der SK-/SKA-Diagnostik im Dezember 1989 (SKT12_89)

Parameter	Beziehung	Maßeinheit	Kürzel bei der statistischen Analyse (Anhang)	
			(SK;	SKA)
- Maximalkraftfähigkeit im liegend Anreißen		kg	MKLA	
- Zusatzlast beim SK-/SKA-Test		kg	ZL_KG	
- Oberarmlänge		cm	OAL	
- Unterarmlänge		cm	UAL	
- Handlänge		cm	HL	
- Fingerlänge		cm	FL	
- Armlänge	=OAL+UAL+HL+FL	cm	AL	
- Zeitdauer der maximalen Beschleunigung		s	T_BMAX1	T_BMAX
- Zeitdauer von t_0 bis t_{vmax}		s	T_VMAX1	T_VMAX
- Zeitdauer für den Gesamthub		s	T_GES1	T_GES
- Geschwindigkeit bei t_{bmax}		m/s	V_BMAX1	V_BMAX
- max. Geschwindigkeit		m/s	V_MAX1	V_MAX
- mittl. Geschwindigkeit des Gesamthubes	=0,46m / T_GES	m/s	V_MIT1	V_MIT
- max. Beschleunigung	=V_BMAX / T_BMAX	m/s ²	B_MAX1	B_MAX
- Beschleunigung von t_0 bis t_{vmax}	=V_MAX / T_VMAX	m/s ²	B_VMAX1	B_VMAX
- Beschleunigung von t_{bmax} bis t_{vmax}	=(V_MAX - V_BMAX) / (T_VMAX - T_BMAX)	m/s ²	B_DIFF1	B_DIFF
- Beschleunigungskraft im Abschnitt t_{bmax}	=ZL_KG * B_MAX	N	FB_MAX1	FB_MAX
- Beschleunigungskraft von t_0 bis t_{vmax}	=ZL_KG * B_VMAX	N	FB_VMAX1	FB_VMAX
- Beschleunigungskraft von t_{bmax} bis t_{vmax}	=ZL_KG * B_DIFF	N	FB_DIFF1	FB_DIFF
- Kraftgradient im Abschnitt t_{bmax}	=FB_MAX / T_BMAX	N/s	FGR1FBMA	FGR_FBMA
- Kraftgradient von t_0 bis t_{vmax}	=FB_VMAX / T_VMAX	N/s	FGR1FBVM	FGR_FBVM
- Kraftgradient von t_{bmax} bis t_{vmax}	=FB_DIFF / (T_VMAX - T_BMAX)	N/s	FGR1FBDI	FGR_FBDI
- Gesamtkraft im Abschnitt t_{bmax}	=ZL_KG * 10 + FB_MAX	N	FGES1BMA	FGES_BMA
- Gesamtkraft von t_0 bis t_{vmax}	=ZL_KG * 10 + FB_VMAX	N	FGES1VMA	FGES_VMA
- Gesamtkraft von t_{bmax} bis t_{vmax}	=ZL_KG * 10 + FB_DIFF	N	FGES1DIF	FGES_DIF
- Impuls v_{bmax}	=ZL_KG * V_BMAX	kgm/s	I_BMAX1	I_BMAX
- Impuls v_{max}	=ZL_KG * V_MAX	kgm/s	I_VMAX1	I_VMAX
- Impuls v_{bmax} bis v_{max}	=ZL_KG * (V_MAX - V_BMAX)	kgm/s	I_DIFF1	I_DIFF
- Impuls v_{mit}	=ZL_KG * V_MIT	kgm/s	I_VMIT1	I_VMIT
- Beschleunigungsleistung im Abschnitt t_{bmax}	=FB_MAX * V_BMAX	Nm/s	PB_MAX1	PB_MAX

- Beschleunigungsleistung von t_0 bis t_{vmax}	=FB_VMAX * V_MAX	Nm/s	PB_VMAX1	PB_VMAX
- Beschleunigungsleistung von t_{bmax} bis t_{vmax}	=FB_DIFF * (V_MAX - V_BMAX)	Nm/s	PB_DIFF1	PB_DIFF
- Gesamtleistung im Abschnitt t_{bmax}	=FGES_BMAX * V_BMAX	Nm/s	PGES1BMA	PGES_BMA
- Gesamtleistung von t_0 bis t_{vmax}	=FGES_VMA * V_MAX	Nm/s	PGES1VMA	PGES_VMA
- Gesamtleistung von t_{bmax} bis t_{vmax}	=FGES_DIF * (V_MAX - V_BMAX)	Nm/s	PGES1DIF	PGES_DIF
- Plazierung beim Ergometerwettkampf			PL_ERGO_W	

Diese Parameter sind einerseits eine Weiterentwicklung jener aus dem ursprünglich biomechanisch-analytischen Vorgehen entstandenen Parameter (vgl. Kap. 5.2.), stellen andererseits bereits eine verdichtete Auswahl gegenüber der Anzahl zwischenzeitlich untersuchter Parameter dar und sind im Anhang z.T. statistisch verdichtet (SKA-Werte als Mittelwert einer für 210 Wiederholungen repräsentativen Meßwertreihe) dargestellt (s. Anhang, Datei: SKT12/89).

Die Fülle an Parametern wurde zunächst beibehalten, um ein breites Analysespektrum zu sichern und die Möglichkeit, eventuelle Scheinkorrelationen aufzudecken, zu erhalten. Die im Anhang exemplarisch dokumentierten statistischen Analysen (Datei: SKT12/89) sind trotz der relativ komprimierten Darstellung unübersichtlich, so daß hier auf die wesentlichen Ergebnisse eingegangen wird.

Das Hauptergebnis der SK-/SKA-Diagnostik der Armzugmuskulatur im Dez. 1989 besteht in der Erkenntnis, daß die Plazierung im Ruderergometerwettkampf stark signifikant abhängig von der Gesamtkraft im Abschnitt der maximalen Beschleunigung ($r = 0,71$; **), von der Gesamtkraft im Abschnitt vom Bewegungsbeginn bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit ($r = 0,67$; **) und der Gesamtkraft im Abschnitt von der Beendigung der maximalen Beschleunigung bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit ($r = 0,63$; **) ist.

Diese drei SKA-Kennziffern werden in der genannten Reihenfolge zunehmend aber durchgängig hoch signifikant von der Maximalkraftfähigkeit im liegend Anreißen bestimmt ($0,71$ ***; $0,80$ ***; $0,85$ ***; Unterschiede nicht signifikant), ohne daß diese selbst signifikant bis zur Leistung im Ergometerwettkampf durchschlägt ($r = 0,48$ n.s.). Da diese SKA-Kennziffern auf definierte Funktionsphasen bezogen sind, lag die Vermutung nahe, daß auch für die Kraftgradienten (FGR - Kraftanstieg pro Zeiteinheit) Beziehungen zur Leistung im Ergometerwettkampf nachweisbar sind. Dies bestätigte sich in Form durchgängiger Signifikanz der entsprechenden Kraftgradienten. Konkret waren dies FGR_{bmax} ($0,61$ *) FGR_{vmax} ($0,61$ *) und FGR_{diff} ($0,52$ *). Diese Kraftgradienten zeigten hochsignifikante (FGR_{bmax}) bis stark signifikante (FGR_{vmax} ; FGR_{diff}) Korrelationen zu den ihnen entsprechenden Gesamtkraftwerten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die vorrangig konditionell determinierte Ruderleistung (komplexe konditionelle Leistungsfähigkeit unter semispezifischen Bedingungen der Leistungsabgabe (Ruderbecken oder Ergometer) wesentlich von der Schnellkraftausdauerfähigkeit als der Fähigkeit zur Kraftentfaltung in funktionell relevanten Phasen bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit innerhalb des Durchzuges abhängig ist! Tendenziell erweist sich die Höhe der entwickelten Kraft, bezogen auf inhaltlich und zeitlich

definierte Funktionsphasen, relevanter als der Kraftanstieg pro Zeiteinheit ohne funktionell-zeitliche Bezüge.

Die schnelle Kraftentfaltung scheint in der Phase der maximalen Beschleunigung eine exponiertere Bedeutung zu haben, während das anschließende Erreichen des Geschwindigkeitsmaximums stärker durch die Maximalkraftfähigkeit bzw. die Kraftausdauerfähigkeit determiniert ist.

Damit kann die Hypothese 3. (s. 5.1.1.) dahingehend teilverifiziert werden, daß die Schnellkraftausdauerfähigkeit, definiert als die Fähigkeit zur Gestaltung des Kraftanstieges bei Serienbelastungen in den Bewegungsphasen bis zum Erreichen des Geschwindigkeitsmaximums im Durchzug, die vorrangig konditionell determinierte Ruderleistung wesentlich bestimmt. In dieser Äußerung der Schnellkraftfähigkeit (Schnellkraftausdauerfähigkeit) besteht demnach eine zyklische Analogie zur azyklischen Äußerung der Schnellkraftfähigkeit in Form der Anfangs- oder Start-, Explosiv- und Approximationskraft (vgl. 4.3.5.1.). Die in den dargestellten Untersuchungsergebnissen nachgewiesene Schnellkraftausdauerfähigkeit entspricht vordergründig einer zyklischen Explosivkraft bzw. dem Schnellkraftindex und ferner der Approximationskraft.

Eventuell existierende zyklische Formen der Anfangs- oder Startkraft sind mit kinematischen Untersuchungen kaum nachweisbar, da diese sich in der hiermit nicht zugänglichen isometrischen Kontraktionsphase vollziehen. Außerdem ist zu beachten, daß sich in der Phase vom Ende der maximalen Beschleunigung bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit ein Abfall der Kraft vollzieht. Diese Phase ist trotz ihrer Bedeutung keiner der bisher diskutierten differenzierten Kraftfähigkeiten zugeordnet. An dieser Stelle soll lediglich nochmals auf die Unterschiedlichkeit der Aussagen kinematischer und dynamischer Daten verwiesen und von einer relativ willkürlichen Schaffung weiterer differenzierter Kraftfähigkeiten abgesehen werden, deren unterschiedliche Fähigkeitsbasis gegenwärtig ohnehin nicht zu belegen ist.

Außer den SKA-Parametern zeigten auch die SK-Kennziffern signifikante Beziehungen zur Platzierung im Ruderergometerwettkampf. Hervorzuheben sind hier die bis zur Signifikanzstufe mit den entsprechenden SKA-Parametern übereinstimmenden SK-Kennziffern des Kraftgradienten von Bewegungsbeginn bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit ($FGR_{vmax} = 0,58;*$) und der Gesamtkraft in diesem Zeitintervall ($F_{ges,vmax} = 0,63; **$). Die Vorteile dieser Parameter bei der Aufklärung der konditionellen Ruderleistung gegenüber der Maximalkraftfähigkeit im liegend Anreißen basieren auch hier nicht auf signifikanten Unterschieden der Korrelationskoeffizienten.

Insgesamt fanden die Untersuchungen zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Rudern mit diesen Ergebnissen zum Abschluß eine relativ überraschende Wendung und damit auch Erklärung des bisherigen Untersuchungsverlaufes bzw. der Ergebnisse. Mit diesen Erkenntnissen läßt sich die Hypothese 3. weitgehend verifizieren. Präzisierend ist darauf zu verweisen, daß die Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Rudern und damit wahrscheinlich auch in anderen Ausdauersportarten als qualitative Ausprägungen des Kraftanstiegverhaltens zyklischer und azyklischer Basiskraftfähigkeiten (Kraftausdauer- und Maximalkraftfähigkeit) zu definieren sind.

In diesem Zusammenhang drängt sich jedoch eine ergänzende Frage auf. Handelt es sich bei den nachgewiesenen relevanten Erscheinungen tatsächlich um differenzierte Kraftfähigkeiten bzw. Erscheinungsformen einer differenzierten Kraftfähigkeit mit erkennbaren Entwicklungstendenzen in Verbindung mit den Basisfähigkeiten

(Kraftausdauer- und Maximalkraftfähigkeit) im Trainingsjahresverlauf oder lediglich um eine Fertigkeit zur biomechanisch sinnvollen Anwendung der genannten Basiskraftfähigkeiten (vorrangig formeller statt inhaltlicher Aspekt)?

Zur Beantwortung u.a. dieser Frage sollte die Wiederholung des modifizierten SK-/SKA-Tests (variable Zusatzlast) im Frühjahr 1990 beitragen. Die Datensätze von 8 der 13 am 22. und 23.05.1990 getesteten Sportlerinnen eigneten sich zur Erstellung einer Längsschnittanalyse.

Dieser Längsschnittvergleich zeigte im Mittelwert der jeweils 8 Sportlerinnen für die SKA-Parameter (vgl. Abb.79 und Tab.16) in der Regel hoch signifikante Veränderungen, welche eindeutig auf Fähigkeitsprogressionen hinweisen! Dabei ist zu beachten, daß die Zusatzlast und damit der Widerstandsanteil im Längsschnitt der beiden Meßserien konstant war.

Der Anstieg der mittleren Geschwindigkeit bzw. des mittleren Impulses der Gesamtbewegung im Mittel der 210 Wiederholungen war hoch signifikant. Die Suche nach der Hauptursache dafür ergab eine Auffälligkeit, welche darin bestand, daß die Phase der maximalen Beschleunigung bei etwa gleichgebliebenem Beschleunigungsbetrag hoch signifikant verlängert wurde. Auf diese Weise wird die Bewegungsleistung im Mittel der Wiederholungen erhöht, ohne daß die Höhe der Kraftwerte verändert wird.

Daraus wird erkennbar, daß in der Phase der maximalen Beschleunigung neben der Steigerung der Kraft eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Bewegungsleistung durch die Verlängerung der zeitlichen Wirkung der maximalen Beschleunigungskraft (bzw. der maximalen Kraft innerhalb der Bewegung insgesamt) und damit des Kraftstoßes in dieser Phase besteht, die sich nicht in einer Erhöhung der Beschleunigung oder Kraft in diesem Zeitintervall manifestieren muß. Tatsächlich zeigte der Impuls in der Phase der maximalen Beschleunigung die höchste progressive Variabilität von allen analysierten Parametern. Damit erwies sich die Gestaltung des Krafteinsatzes in dieser Phase erneut als besonders bedeutsam für die Steigerung der Bewegungsleistung.

Trotz des absoluten und relativen Rückganges des Kraftstoßes in der anschließenden Phase bis zum Erreichen des Geschwindigkeitsmaximums, erhöhten sich auch die Impuls- und Leistungswerte für die Zeitintervalle t_0 bis t_{vmax} und t_0 bis t_{ges} hoch signifikant.

Während sich die Zeitdauer der maximalen Beschleunigung (t_{bmax}) im Mittel hoch signifikant erhöhte, verringerte sich die Zeit der Gesamtbewegung (t_{ges}) im Mittel hoch signifikant und das Zeitintervall für das Erreichen der Maximalgeschwindigkeit zeigte ein weiteres Mal keine signifikanten Änderungen. Damit sind die Zeitbasen und damit auch die entsprechenden Parameter nicht gleichartig variabel.

In Verbindung mit den Ergebnissen des Tests im Dez. 1989 ergaben sich sowohl Fundierungen als auch weitere Differenzierungen und Präzisierungen des Erkenntnisstandes zur Bedeutung der SKA-Parameter.

Die Impuls- und Leistungswerte erfassen die Wirkungen komplex und besitzen dadurch eine hohe Aussagerelevanz und Sicherheit bezüglich resultativer Wirkungen (Widerstands- **plus** Beschleunigungsanteil), jedoch eingeschränkte Möglichkeiten zur Kausalitätsbeschreibung. Elementarere Parameter dagegen eignen sich stärker zur Erfassung der Kausalität, sind jedoch für die Erlangung relevanter und authentischer Aussagen an die Beherrschung ihrer Relativität gebunden, da sonst Fehlinterpretationen die Folge sein können. Dies trifft auch für Parameter zu, die durch den Bezug auf die hier verwendeten Zeitintervalle gebildet werden. Für die hoch signifikante Steigerung

des Kraftgradienten vom Bewegungsbeginn bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit (FGR_{vmax}) liegt es nahe, die ebenfalls hoch signifikante Steigerung des Kraftgradienten im Zeitintervall vom Ende der maximalen Beschleunigung bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit (FGR_{diff}) als kausal anzusehen und nicht etwa den hoch signifikant verringerten Kraftgradienten in der Phase der maximalen Beschleunigung (FGR_{bmax}). Durch den Bezug auf die genannten Zeitintervalle wird die Kausalität verschleiert. Diese besteht in diesem Fall in der verlängerten Aufrechterhaltung der gleich gebliebenen Beschleunigungskraft in der Phase der maximalen Beschleunigung bzw. der zeitlichen Ausdehnung dieser Phase selbst und der ebenfalls hoch signifikanten Verringerung der Beschleunigungskraft in der anschließenden Phase bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit (Fb_{diff}) und der zeitlichen Verkürzung dieser Phase.

Schlußfolgernd für eine differenzierte Wichtung der SKA-Parameter ist festzustellen, daß sich Parameter, deren Höhe vordergründig von der Verkürzung des Zeitintervalls bestimmt wird, nur bedingt zur Repräsentation der Schnellkraftausdauerfähigkeit eignen. Die Wirkung von Veränderungen in der Phase nach der maximalen Beschleunigung bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit auf die Bewegungsleistung lassen sich nur im Zusammenhang mit der Phase der maximalen Beschleunigung interpretieren.

Dieselben Änderungstrends und Probleme, jedoch auf selten erreichtem Signifikanzniveau, zeigten sich ebenfalls bei der Analyse der SK-Parameter. So sind auch hier die Schlußfolgerungen analog.

Die Tatsache, daß ausgerechnet die Gesamtkraftwerte in der Phase der maximalen Beschleunigung ($F_{ges:bmax}$), welche die höchste Korrelation zur Platzierung im Ergometerwettkampf aufwiesen ($r=0,71^{**}$), sich nicht verändert hatten, warf die Frage nach individuellen Unterschieden im angestellten Längsschnittvergleich auf.

Der individuelle Längsschnitt zeigte, daß die sich im Querschnitt zeigende Erhöhung des Kraftstoßes über die zeitliche Verlängerung etwa konstant gebliebener Krafteinsätze nur eine mögliche, aber nicht die typische Variante zur Erhöhung der Bewegungsleistung darstellt. Jene Sportlerinnen, welche die Bewegungsleistung der Gesamtbewegung im Vergleich der beiden Meßserien erhöhen konnten (6 von 8), nutzten unterschiedliche Möglichkeiten und unterschiedliche Bewegungsphasen. Dies reichte von der isolierten Erhöhung von Teilleistungen bis zur durchgängigen Leistungserhöhung in allen Parametern und Bewegungsphasen. Die erhöhte Kraftabgabe über alle Phasen der Bewegung war nur bei den trainingsälteren und im Verlauf der Wettkampfperiode erfolgreichen Sportlerinnen zu beobachten.

Insgesamt ergab der individuelle Längsschnittvergleich ein Bild heterogener Effekte des Krafttrainings bezüglich der Nutzung von Möglichkeiten zur Steigerung der Bewegungsleistung. Die latent vorhandenen Möglichkeiten zur Steigerung der Antriebsleistung werden nur teilweise ausgeschöpft! Mit den bisher verwendeten Kennziffern der Kraftfähigkeiten (Maximallast und Testlast für 210 Wiederholungen) kann dieses Problem nicht erfaßt oder transparent gemacht werden und bleibt deshalb für Trainer und Sportler bisher unsichtbar. Lediglich der Maximalimpuls im Mittel von 210 Wiederholungen wäre mit den vorhandenen Mitteln objektivierbar und würde gleichzeitig einen Problemzugang bilden können. Allerdings wäre auch auf diese Weise die Differenziertheit des Problems nicht erfaßbar, welches sich im Kraftanstieg über der Zeitachse in mehreren funktionellen Phasen manifestiert.

Mit den zum Abschluß der Untersuchungen erlangten Erkenntnissen ergibt sich ein völlig anderes Innovationsfeld bezüglich der Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit von Ruderern bzw. Ausdauersportlern, als dies zunächst vermutet wurde. Trotz der gegenwärtig eher geringen Chance, diese Innovation in der Trainingspraxis zu realisieren, kann die Frage 4. (s. 5.1.1.) nach den trainingsmethodisch-praktischen Schlußfolgerungen zur Lösung des postulierten Widerspruchs zwischen der effektiven Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten und der Sicherung eines hohen Übertragungseffektes auf spezifische Leistungskomponenten weitgehend beantwortet werden. Dies trifft auch auf die Verifizierung von Teilen der Hypothesen 3. und 4. zu. Zunächst muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß sich aus den Untersuchungsergebnissen keine Vorgabegeschwindigkeiten für das Krafttraining aus dem spezifischen Leistungsvollzug ableiten lassen, sofern dies nicht die bereits im Krafttraining vorherrschenden Geschwindigkeiten sind, die sich aus der praktizierten Festlegung von Bewegungswiderstand, Wiederholungszahl und Bewegungsfrequenz ergeben (vgl. 5.2.) und der Vervollkommnung der Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit dienen.

Die wesentlichste und abschließende Erkenntnis aus den dargestellten Untersuchungsergebnissen besteht darin, daß eine erfolversprechende Lösung des Kompromisses zwischen effektiver Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten einerseits und der Sicherung eines hohen Übertragungseffektes auf die angezielten spezifischen Leistungskomponenten andererseits in der Objektivierung und Quantifizierung bzw. der zielgerichteten Optimierung des Kraftanstiegverhaltens über der Zeit innerhalb des Krafttrainings und des Konditionstrainings insgesamt besteht.

Mit dieser Erkenntnis läßt sich das Krafttrainingssystem im Rudersport weiter qualifizieren. Dies ist jedoch an die Erlangung weiterer Erkenntnisse und die Überprüfung hergebrachter und nach wie vor bestehender Auffassungen gebunden. Das trifft für das Verhältnis von Biomechanik und Trainingsmethodik bis zur Verbindung von Technik- und Konditionstraining zu, da eine Lösung des aufgezeigten trainingsmethodischen Problems eng mit einer Verbesserung der inhaltlichen und materiell-technischen Möglichkeiten im Krafttraining verbunden ist.

Mit der hier erreichten Erkenntnisstufe wurde weitgehend dem gestellten Ziel dieser Arbeit entsprochen und die untersuchungsmethodischen Teilschritte durchlaufen, ohne das Bestehenbleiben von erkennbaren Lücken und weiterer notwendiger Beiträge bis zur endgültigen Problemlösung zu übersehen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Abschließend soll hier wertend und schlußfolgernd in komprimierter Form zu den Untersuchungsergebnissen Stellung genommen werden.

Der Untersuchungsverlauf und die erreichten Erkenntnisse bestätigten die Relevanz einer strikten Unterscheidung zwischen biomechanischer Meßgröße und der repräsentativen Testgröße einer Fähigkeit. Bis zur Erlangung sicher differenzierender Erkenntnisse ist diese Trennung auch untersuchungsmethodisch sinnvoll, da die Erkenntnisse voneinander relativ unabhängige Aussagen darstellen, die ebenso unabhängig voneinander zu unterschiedlichen trainingsmethodischen Konsequenzen führen können. Dadurch ergibt sich eine besonders für komplexe Problemlagen sinnvolle untersuchungsmethodische Schrittfolge (vgl. Kap. 2.).

Bezogen auf die bearbeitete Thematik lautete die erste Erkenntnis, daß dem Ziel, im Wettkampf zyklisch höhere Bewegungsgeschwindigkeiten in den Antriebsphasen realisieren zu können, mit der Einbeziehung der Belastungsgröße Bewegungsgeschwindigkeit in das bestehende Belastungskennziffernsystem des Krafttrainings und des Konditionstrainings insgesamt entsprochen werden kann. Dabei erwies sich die Gleichsetzung von Bewegungsgeschwindigkeit und Schnelligkeit und erst recht die einseitige Ausrichtung des Trainings auf die Realisierung hoher Bewegungsgeschwindigkeiten als falsch. In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, daß auch in den azyklischen Sportarten das Schnellkrafttraining mit der Orientierung auf höhere Bewegungsgeschwindigkeiten und einer damit verbundenen Reduzierung der Bewegungswiderstände nicht zu den erwarteten Effekten führte (Hochmuth/Gundlach u.a. 1982, 15).

Das Aufrechterhalten der bewährten Belastungsgestaltung und deren Qualifizierung durch das zusätzliche Einbeziehen der Bewegungsgeschwindigkeit in dieses Trainingsregime kommt den Anforderungen, die sich aus den gewonnenen Erkenntnissen ableiten lassen, am nächsten, ohne daß damit bereits die notwendige Differenziertheit der Belastungsgestaltung beherrscht wird.

Die im Krafttraining auftretenden Geschwindigkeiten sind bei Teilkörperübungen den funktionellen Teilbewegungen des Ruderdurchzuges vergleichbar, während bei Ganzkörper- oder Komplexübungen analoge additive Effekte der Teilkörperbewegungen bezüglich der resultativen Geschwindigkeit auftreten, wie sie im Ruderdurchzug zu beobachten sind. Die Unterschiede in den Geschwindigkeitsverhältnissen allgemeiner, spezieller und spezifischer Übungen des Krafttrainings resultieren aus den verschiedenen biomechanischen Realisierungsbedingungen und lassen nicht auf analog unterschiedliche Fähigkeitsbeanspruchungen schließen. Eine formelle Angleichung der Bewegungsgeschwindigkeiten in den unterschiedlichen Bereichen des Krafttrainings an jene des spezifischen Leistungsvollzuges entspricht nicht den inhaltlichen Relationen bzw. der Kausalität der Belastungskennziffern im Krafttraining und ist deshalb abzulehnen. Die konkrete Dimensionierung der Belastungskennziffern hängt von der inhaltlichen Determination sowie den biomechanischen Bedingungen ab und muß auch bei deren Aussteuerung darauf bezogen werden. Hinsichtlich der unterschiedlichen Wirkung von Belastungskennziffern in verschiedenen Bereichen des Krafttrainings ist auf den massiven Einfluß der Bewegungsfrequenz auf den Bewegungswiderstand und die Bewegungsgeschwindigkeit bei der Anwendung semispezifischer und spezifischer Trainingsmittel (Ruderergometer, Ruderbecken, Boot) hinzuweisen. Bei der Variation der Belastungskennziffern ergeben sich zumindest individuelle Optimalausprägungen

dieser Kennziffern bezüglich der Realisierung maximaler Bewegungsleistungen. Eine Orientierung auf diese Ausprägungsniveaus erbrachte im Training bisher keine deutlichen Vorteile.

Für die Aussteuerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining gilt in besonderem Maße das komplexe Bedingungsgefüge dieser Belastungsgröße bezüglich des Bewegungswiderstandes und der Wiederholungszahl sowie der Bewegungsfrequenz.

Als zusätzliche Belastungsdosierungsgröße im bereits bestehenden Kennziffernsystem des Krafttrainings erwies sich die Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit als eine wesentliche Leistungsreserve, deren Nutzung in der Regel eine spezielle Steigerung der Belastungsanforderung mit erhöhten physiologischen Auslenkungen (Hf, Laktat) darstellt, die sich aber bereits innerhalb des bestehenden Trainingsregimes aussteuern läßt.

Die Erweiterung des bestehenden Belastungskennziffernsystems um die Bewegungsgeschwindigkeit führt zu einer Erhöhung der Komplexität der Belastungsgestaltung und schließt dabei die mechanische Leistungsabgabe im Krafttraining ein. Diese Erweiterung des Belastungskennziffernsystems im Krafttraining durch die gezielte Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit bewirkt die Steigerung der muskelmechanischen Antriebsleistung und damit der Bewegungsleistung. Damit ist eine verstärkte Beeinflussung wettkampfspezifischer konditioneller Leistungsanteile des Ruderdurchzuges mittels Krafttraining möglich.

Bei der zusätzlichen Aussteuerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining kommt es zu einer Straffung der Zusammenhänge zwischen den biomechanischen Belastungskennziffern und damit zu einer Vervollkommnung der Objektivierung der Belastungsanforderungen. Die damit verbundene Verringerung des Spielraumes zwischen der geforderten und der tatsächlichen Belastung ermöglicht eine zielsichere Belastungssteuerung, eine inhaltlich spezifischere Belastungsgestaltung, erfordert aber auch die analoge Erholungssteuerung.

Schlußfolgernd aus dem Nachweis einer bestehenden Leistungsreserve im Krafttraining durch die Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit wurde diese Belastungskennziffer sukzessiv in die Gestaltung des Krafttrainings einbezogen und damit das Belastungskennziffernsystem komplettiert. Im Verlauf der Überarbeitung des Krafttrainingsmittelkataloges wurde die Bewegungsgeschwindigkeit zunächst im Frauen- und anschließend im Männerbereich des DRSV als Belastungsgröße in das Maximalkraft- und vor allem in das Kraftausdauertraining einbezogen (vgl. Trainingsmittelkatalog der FG Krafttraining des DRSV von Jan. 1990). Die erzielten Untersuchungsergebnisse bestätigen die Richtigkeit dieses Vorgehens und erlauben eine zielgerichtete Umsetzung dieser Krafttrainingsprogramme!

Die differenzierte Analyse der normalen und der geschwindigkeitsbetonten Bewegungsausführung von Serienbelastungen im Kraftausdauertraining zeigte sowohl konditionstypische, trainingsgruppentypische und bootklassentypische Differenzierungen der Belastungsgestaltung im Krafttraining, die jedoch von den individuellen Streuungen überdeckt wurden, als auch ebenso individuell biomechanisch-heterogene Reaktionen auf die Forderung nach Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit bei sonst konstanten Belastungsanforderungen.

Insgesamt zeigten sich die Differenzierungen der Bewegungsausführung auf die Forderung nach Maximierung der Bewegungsgeschwindigkeit bei Kraftaus-

dauerserienbelastungen in biomechanisch sinnvollen Veränderungen des Kraftanstiegverhaltens, welches Analogien zu relevanten Kraftverläufen im Ruderzug erkennen läßt (vgl. Kap. 4.2.).

Die Differenzierungen im Kraftanstiegsverhalten von Kraftausdauerserienbelastungen entsprechen analog den Erscheinungen azyklischer Bewegungen wie dem Schnellkraftindex (Werchoshanski/Tatjan 1975), der Explosiv- und Approximationskraft (Schmidtbleicher 1980) oder dem Kraftgradienten (Über die Anfangs- oder Startkraft vgl. Kap. 4.3.5.1. lassen sich auf Grund der ausschließlichen Verwendung kinematischer Daten keine Aussagen treffen.), werden aber gegenwärtig nicht im Krafttraining von Ausdauersportarten objektiviert, quantifiziert oder gar direkt gesteuert bzw. trainiert. Die Möglichkeiten dazu sind an eine weiterentwickelte gerätetechnische Ausstattung des Krafttrainings und die Erlangung weiterer adäquater Erkenntnisse gebunden. Dazu sollten in Analogie zum spezifischen Leistungsvollzug (Meßboot) entsprechende universell einsetzbare Möglichkeiten (z.B. Kraftgeber) geschaffen werden, die zumindest den Kraftanstieg bzw. den Kraftverlauf sichtbar machen und so eine trainingsmethodische Orientierung im Krafttraining ermöglichen. Die Effekte des Krafttrainings sollten zunehmend differenziert, beginnend an Hand wettkampfspezifisch resultativ-relevanter Kennziffern wie Impuls und Leistung, gewertet werden. Damit ist die Dreidimensionalität des mechanischen Ergebnisses (Kraft, Geschwindigkeit, Dauer) erfaß- und auf biomechanisch sinnvolle funktionelle Phasen transformierbar.

Bei den Untersuchungen zur Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit zeigte sich, daß für diese Untersuchungsdaten die grundlegenden mathematisch-statistischen Voraussetzungen (prinzipielle Normalverteilung und Linearität der Korrelationen) gegeben sind (relativ große leistungssportliche Untersuchungspopulation) und demzufolge von hier aus keine Einschränkungen der Reliabilität und Validität der Untersuchungsergebnisse kalkuliert werden muß, wie das oft für Untersuchungsergebnisse im leistungssportlichen Bereich impliziert wird. Deshalb erscheint die Prüfung dieser Voraussetzungen als ein Kriterium der Untersuchungsergebnisbewertung durchaus angebracht (entsprechende Populationen vorausgesetzt). Dies gilt besonders für aufwendige und anfällige Verfahren, deren Ergebnis wesentlich von diesen Voraussetzungen abhängig ist.

Für die konditionelle Ruderleistung relevante Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerleistungen zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Maximalkraftfähigkeit und dem zentralnervalen Aktivierungsniveau. Besonders die Schnellkraftausdauerfähigkeit erwies sich als hochkomplexe Fähigkeit mit breiten konditionellen (vgl. Kap. 4.3.5.2) und nachweisbaren neurophysiologischen bzw. handlungsregulativ-motorischen (vgl. Kap. 4.3.5.3.) Leistungsanteilen.

Im Unterschied zu Heß (1984), der verschiedene Schnelligkeitsfähigkeiten, typischen Phasen des leichtathletischen Sprints entsprechend, differenziert, wurden in den vorliegenden Untersuchungen keine Teilphasen analysiert, sondern alle Wiederholungen der betreffenden Serien zu einem Durchschnittswert zusammengefaßt. Dieses Vorgehen resultiert aus der hohen Variabilität erfolgreich angewendeter Rennprofile des Geschwindigkeitsverlaufes im Rudern und der allgemein fehlenden Favorisierbarkeit eines bestimmten Rennprofils aus biomechanischer Sicht hinsichtlich seiner Effektivität (Saziorski/Aljeschinski/Jakunin 1987, 28ff. u. 48f.). Dies erforderte, zunächst die Gesamtdurchschnittswerte in den Vordergrund zu stellen. Die Bestimmung und Analyse

relevanter Phasen des Ruderwettkampfes wurde durch die vorliegenden Untersuchungen noch nicht berührt und steht als nachgeordnete Problematik, besonders in Relation zu personellen Leistungsvoraussetzungen, noch aus.

Präzisiert für das Rudern und damit relevant für die Kraftausdauersportarten insgesamt sind die Schnellkraft- und die Schnellkraftausdauerfähigkeit als Fähigkeit zur Kraftentfaltung in den funktionell relevanten Phasen der Einzelzyklen bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit, oder allgemeiner, als qualitative Ausprägungen des Kraftanstiegverhaltens azyklischer und zyklischer Basiskraftfähigkeiten (Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit) zu definieren.

Diese Definition stellt eine Korrektur bzw. eine Präzisierung bisheriger Ansätze über die Geschwindigkeit ohne funktionellen Zeitbezug dar und ist kompatibel zu den schwer erfaßbaren oder latenten Teilvoraussetzungen (energetische und neurophysiologische) dieser Fähigkeiten (vgl. 4.3.5.2. und 4.3.5.3.).

Im Zusammenhang mit den geringen Zeitintervallen und der hohen Intensität der definierten Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit muß auf die trotz der Zyklizität von Ausdaueranforderungen begrenzten Möglichkeiten der Regulation des Kraftanstieges in der Antriebsphase hingewiesen werden. Dies trifft in besonderem Maße für die Phase des maximalen Kraftanstieges bzw. der maximalen Beschleunigung zu, wo die Zeitintervalle für exterozeptiv geführte Bewegungen bei subjektiv maximaler Belastungsintensität unterschritten werden (unter 0,2 s). Hier scheint auch die Suche nach Verbindungen zur Krafteinsatzdifferenzierungsfähigkeit sinnvoll.

Die vorrangig konditionell determinierte Ruderleistung (komplexe konditionelle Leistungsfähigkeit unter semispezifischen Bedingungen der Leistungsabgabe Ruderergometer oder Ruderbecken) erwies sich stark abhängig von der auf der Grundlage der Untersuchungen definierten Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit.

Tendenziell erwies sich die Höhe der entwickelten Kraft, bezogen auf inhaltlich und zeitlich definierte Funktionsphasen der Einzelzyklen (Phase der maximalen Beschleunigung bzw. der maximalen Kraft und daran anschließende Phase bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit oder Wertung als eine Gesamtphase), relevanter als der Kraftanstieg pro Zeiteinheit ohne funktionell-zeitliche Bezüge. Die schnelle Kraftentfaltung scheint in der Phase der maximalen Beschleunigung bzw. der maximalen Kraftentfaltung eine exponiertere Bedeutung zu haben, während das anschließende Erreichen des Geschwindigkeitsmaximums stärker durch die Maximalkraft bzw. die Kraftausdauerfähigkeit determiniert ist.

Die Schnellkraft- und Schnellkraftausdauer kennziffern wiesen bei der angewendeten Testdurchführung keine sie als Fähigkeit einschränkenden signifikanten Beziehungen zu entsprechenden anthropometrischen Daten auf.

Die Schnellkraftfähigkeit wies im Verlauf von konditionell hochbelastenden Trainingslagern (Höhentrainingslager T II Bulgarien) eine Ermüdungs- und Erholungsdynamik auf, die im Vergleich mit kurzfristig veränderlichen Stoffwechselfparametern (Harnstoff, Laktat) für eine latente Fähigkeitscharakteristik mit kumulativen Effekten typisch ist. Mit Hilfe eines relativ unaufwendigen Schnellkrafttestes sind bei Kenntnis der individuellen Normwerte Rückschlüsse auf das aktuelle Niveau des allgemeinen psychophysischen Leistungszustandes möglich.

Im Verlauf des Trainingsjahres zeigen sich bei der Schnellkraftfähigkeit (eine schnellkräftige Bewegung) einzelne signifikante und bei der Schnellkraftausdauerfähigkeit (210 schnellkraftausdauernde Wiederholungen) in der Regel hoch signifikante Veränderungen. Die Höhe und Dauer des Krafteinsatzes in der Phase der maximalen Beschleunigung bzw. deren Wirkung (Impuls in dieser Phase) erwies sich auch im Längsschnittvergleich als besonders relevant.

Die Veränderungen im Längsschnitt zeigten sich als individuell heterogene Wirkungen des Krafttrainings. Die differenzierten Möglichkeiten zur Steigerung der Bewegungsleistung wurden nur teilweise und vor allem isoliert genutzt. Verbesserungen über alle relevanten Parameter der Schnellkraftausdauerfähigkeit und relevanten funktionellen Bewegungsphasen zeigten sich nur bei trainingsälteren, im Verlauf der Wettkampfperiode erfolgreichen Sportlerinnen!

Mit den bisher verwendeten Kennziffern der Kraftfähigkeiten (Maximallast und Testlast für 210 Wiederholungen im Kraftausdauer-test) können diese Möglichkeiten nicht erfaßt oder transparent gemacht werden und bleiben deshalb für Trainer und Sportler unsichtbar. Lediglich der Maximalimpuls im Mittel von 210 Wiederholungen bei variabler Testlast wäre mit den vorhandenen, relativ einfachen Mitteln objektivierbar und würde gleichzeitig einen Problemzugang bilden können. Allerdings wäre auch auf diese Weise das Problem nur indirekt und damit nicht in seiner Differenziertheit erfaßbar, die sich im Kraftanstieg über der Zeitachse in mehreren funktionellen Phasen manifestiert. Eine solche indirekte Einflußnahme auf die differenzierte Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit ist einem unveränderten Trainingsregime im Krafttraining bereits überlegen.

Die wesentlichste und abschließende Erkenntnis aus den Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit sowie der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit besteht darin, daß eine erfolversprechende Lösung des Kompromisses zwischen effektiver Vervollkommenung der Kraftfähigkeiten einerseits und der Sicherung eines hohen Übertragungseffektes auf die angezielten spezifischen Leistungskomponenten andererseits in der Objektivierung und Quantifizierung bzw. der zielgerichteten Optimierung des Kraftanstiegverhaltens über der Zeit des Einzelzyklus bzw. der Serie innerhalb des Krafttrainings und des Konditionstrainings insgesamt besteht.

Die erlangten Erkenntnisse besitzen, nachgewiesen am Beispiel des Armzuges, zunächst prinzipiellen Charakter. Die schlußfolgernde Einordnung des schnellkraftausdauernden Armzuges in den ganzkörperlichen Krafteinsatz der Ruderbewegung lenkt die Aufmerksamkeit sowohl auf den Beginn des Durchzuges (Wasserfassen und Druckaufbau in Verbindung mit kräftigeren Muskelgruppen) als auch auf den Endzug mit seiner kinematisch deutlichen Armzugaktivität. Bei Verallgemeinerungen und Übertragungen auf den komplexen Ruderdurchzug und/oder andere Muskelgruppen ist deren andersartiges Bedingungsgefüge zu kalkulieren. Hier liegen künftige Untersuchungsschwerpunkte für die Erweiterung und Verdichtung der Erkenntnisse zur Bewegungsgeschwindigkeit im Rennrudern.

Dies betrifft auch die motorische Beherrschung bzw. biomechanisch sinnvolle Gestaltung des Krafteinsatzes über das Konditionstraining hinaus. Dazu sind die Untersuchungen auf den semispezifischen und den spezifischen Bewegungsvollzug auszudehnen, um u.a. Erkenntnisse zum Verhältnis von konditioneller Fähigkeits- und sporttechnischer Fertigkeitentwicklung zu erlangen.

Abschließend soll ein Ausblick auf sich aktuell abzeichnende Erkenntnistrends und damit verbundene eventuelle Veränderungen der Bewertung in der Arbeit getroffener Aussagen gegeben werden. Pauschal muß dazu vorausschickend festgestellt werden, daß die Arbeit zur Thematik der Schnellkraft**ausdauer**fähigkeit den aktuellen Erkenntnisstand repräsentiert. Neue Erkenntnistrends zeichnen sich besonders im theoretisch-grundlegenden Bereich für die Maximalkraft- und Schnellkraftfähigkeit ab, die zumindest indirekt zunehmend zur weiteren Klärung der behandelten Problematik beitragen können und deshalb unter dieser Sicht hier hervorgehoben werden sollen. Dies soll in an dieser Stelle gebotener Kürze und unter Beschränkung auf vermeintliche Schwerpunkte erfolgen.

Für die im Theoriekapitel 4.3.5. unter verschiedenen wissenschaftsdisziplinären Aspekten behandelte Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit zeichnen sich auf der Basis neuerer Befunde veränderte Sichtweisen ab.

Unter biomechanischen (4.3.5.1.), aber auch anderen Gesichtspunkten sind die Überlegungen von Tidow/Wiemann (1993) interessant, wonach die Beteiligung der unterschiedlichen Muskelfasertypen an der Realisierung von Kraftstößen an Hand charakteristischer Kraftanstiegsabschnitte der Gesamtkurve abgeschätzt werden können. In den von ihnen untersuchten Kraftkurven (Explosivkraftverlauf der ischiocruralen Muskulatur) gehen sie von einer differenziert sichtbaren Dreigliedrigkeit des Gesamtkraftanstieges aus. Diesen Teilanstiegen werden die entsprechenden Muskelfasertypen zugeordnet. So repräsentiert der erste und steilste Kraftanstieg die schnellen, der mittlere Anstieg die intermediären und der abschließende und gleichzeitig geringste Anstieg bis zum Kraftmaximum die langsam kontrahierenden Muskelfasern. In diesem Zusammenhang wird in Abweichung und Ergänzung der Vorstellungen des Größenordnungsprinzips bzw. Rampeneffektes (z.B. von Costill u.a.) von einer gleichzeitigen Innervation aller Muskelfasertypen ausgegangen (a.a.O.). Billeter/Hoppeler (1994, 63) vertreten ebenfalls die Möglichkeit der gleichzeitigen Innervation aller Typen von motorischen Einheiten für trainierte Sportler im Unterschied zu Untrainierten. Sale (1994) vertritt darüber hinaus die Meinung, daß bei intensiven Schnellkraftleistungen und in mehrgelenkig wirkenden Muskeln die schnellkontrahierenden Fasern bereits vor den langsamkontrahierenden innerviert werden können (257).

Damit erhärten sich u.a. die sich in der vorliegenden Arbeit diesbezüglich aus unterschiedlicher Sicht ergebenden Vermutungen zur Beteiligung der schnellkontrahierenden Fasern an der Absicherung schnellkraftausdauernder Krafteinätze. Somit besteht ein weiteres Argument für eine zielgerichtete Objektivierung und Bewertung der in den Untersuchungen regelmäßig zu beobachtenden funktionell unterschiedlichen Abschnitte des Geschwindigkeits-Zeit- und damit auch des Kraft-Zeit-Verlaufes im Einzelzyklus (Schnellkraftanforderung) und in der Zyklenfolge (vgl. Abb.79, Kapitel 5.2.). Zur Erlangung von Erkenntnissen, welche über jene der vorliegenden Arbeit hinausgehen, scheinen Untersuchungen an Hand isometrischer azyklischer sowie auch zyklischer Krafteinätze sinnvoll. Hier wären sowohl generalisierte als auch sportart-spezifische Erkenntnisse zu erwarten.

Untersuchungen Schmidtbleichers (1994) zum Beinstrecktraining mit der direkten Kombination unterschiedlicher Kontraktionsweisen (konzentrisch-isometrisch-exzentrisch) verweisen auf eine weitere phänomenologisch-inhaltliche Differenzierung der Kraftanstiegskurven und deren selektive Beeinflussung durch unterschiedliche Gestaltungsvarianten des Krafttrainings (Wahl von Kontraktionsweisen, deren Kombi-

nationen, Intensitäten...). Die Belege von Komi (1994, 178) zur positiven Abhängigkeit des Wirkungsgrades konzentrischer Kontraktionsphasen von der Intensität der vorhergehenden exzentrischen Kontraktionsphasen verdeutlichen die Relevanz von Erkenntnissen zur optimalen Gestaltung der exzentrischen Kontraktionsphasen. Auch in diesem Kontext ist die Bedeutung und die Regulationsmöglichkeit der muskulären Elastizität (Stiffness) weiter zu klären. Dabei sind die Existenz und die Gestaltung exzentrischer bzw. isometrischer Kontraktionsphasen in Abhängigkeit von bestehenden oder in diesem Zusammenhang erst zu erlangenden Erkenntnissen zu den spezifischen Kontraktionsbedingungen zu prüfen.

Die auch von Güllich/Schmidtbleicher (1995) belegte Tatsache, daß Schnellkraftleistungen im Anschluß an maximalkräftige Muskelkontraktionen (etwa 1 min danach, 34) signifikant höher ausfallen, verdeutlicht selbst bei nicht unmittelbar verbundenen Bewegungen die handlungsregulative Dimension (vgl. Kapitel 4.3.5.3.) ihrer Wechselwirkungen. Auch hier eröffnet sich ein neues Erkenntnisfeld, auch wenn die unter der Thematik der vorliegenden Arbeit besonders interessierende Ausdauerdimension schnellkräftiger Anforderungen (Kraftanstiegsverhalten) noch nicht einbezogen ist. Ansätze in dieser Richtung finden sich bei Höltke (1992). Er testete den Kraftanstieg in der ersten Achtelsekunde im Durchschnitt mehrerer Wiederholungen (6-25) bei zwei isokinetischen Übungen (Cybex) mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bei Schwimmern (109, 180-181). Allerdings waren die Ergebnisse auf Grund von Meßfehlern unrealistisch und konnten deshalb nicht interpretiert werden.

Für das Kapitel 4.3.5.2. sind die von Tidow/Wiemann (1993) und Tidow(1994) zusammengetragenen Befunde zur Veränderung der Muskelfasern in Folge von Krafttraining innerhalb des Muskelfasertyps und über die Typgrenze hinaus (zumindest benachbarter Fasertypen) von Bedeutung. Auch hier deutet sich eine differenziertere und zeitlich variablere Reaktion der Muskulatur auf Krafttraining unterschiedlichen Inhalts an.

Inwieweit die unter Schnellkrafttraining am EMG zu beobachtenden Zunahmen der Aktivierungshöhe und der Synchronisation (Moritani 1994, 271-274) mit dem Kraftanstiegsverhalten über die generalisierte Abhängigkeit im nicht ermüdeten Muskel (vgl. Kap. 4.3.5.3.) hinaus differenzierend in Verbindung gebracht werden können, ist noch weitgehend offen. Besonders durch die für anhaltende Kraftfähigkeitsanforderungen typische Entkopplung von elektrischer Aktivität und Kraftentfaltung wird die Klärung dieses Problems zusätzlich kompliziert. Für die Erklärung schnellkraftausdauernder Leistungen erscheint dieser Ansatz jedoch besonders trüchsig. In diesem Zusammenhang sind die von Gollhofer (1987) am Beispiel des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus dargestellten und diskutierten handlungsregulativen Komponenten wie Vorinnervation, Reflexregulation und Willkürkontraktion einzeln und als Komplex weiter zu verfolgen.

Die angeführten Ergebnisse unterstützen das praxisrelevante Verständnis den Muskel trotz seiner heterogenen Zusammensetzung aus unterschiedlichen Muskelfasertypen als funktionelle Einheit zu betrachten, die zu z.T. latenten, aber stark adaptive Reaktionen auf Trainingsbelastungen befähigt ist. Die Qualität dieser funktionellen Einheit ist Ergebnis prozessualer sowie komplexer Einflüsse auf sie selbst bzw. die ihr zuzuordnenden Funktionssysteme verschiedener Ebenen und läßt sich indirekt als Kraftanstiegsverhalten, welches sich als Schnellkraft- oder Schnellkraftausdauerfähigkeit definieren läßt, biomechanisch-phänomenologisch objektivieren. Damit wird auch die

Unzulänglichkeit der unter motorischem Gesichtspunkt vorgenommen Unterscheidung in ballistische und geführte Bewegungen unterstrichen.

Für die mehr sportpraktischen Aspekte der Arbeit zeigt sich, daß sich die allgemeine Problemstellung der Ausdauersportarten in Form einer kontinuierlichen Leistungsentwicklung nicht verändert hat. Sie beträgt einschließlich der Ergebnisse von 1995 zwischen 0,5 -3% (Reiß/Tschiene 1995, 4). Auch die engere Zielstellung der Arbeit entspricht voll dem aktuellen angewandt-theoretischen und praktischen Entwicklungstrend der in Auswertung der Olympischen Spiele 1992 postulierten im Verhältnis zu den komplexen Wettkampfleistungen notwendigen überproportionalen Zuwachsraten der muskulären Antriebe (Reiß/Pfützner u.a. 1993, 12) bzw. „...lokalen Fähigkeitsdifferenzierung...“, (Reiß/Tschiene 1995, 6) und den damit verbundenen Aufgaben.

Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit stehen z.T. noch im Widerspruch oder ergänzen bestehende Auffassungen. Das zeigt sich auch bei den differenzierten aktuellen und prognostischen Ausführungen von Reiß (1992) bezüglich des Kraftausdauertrainings für die Ausdauersportarten insgesamt. In Ergänzung zu den grundsätzlich zu unterstreichenden Aussagen sollten folgende noch nicht ausreichend beachtete Aspekte Berücksichtigung finden. Die Verwendung des Begriffes Schnellkraftausdauertraining (SKA - 17, 18) „...für widerstandsbezogene Kurzzeitbelastungen mit noch höheren Geschwindigkeiten/Bewegungsfrequenzen und laktazider Stoffwechsellage... (a.a.O., 17)“ engt dieses Training inhaltlich ein und entspricht deshalb nicht seiner grundlegenden Bedeutung für die Qualifizierung des Kraftausdauertrainings vom speziellen über den semispezifischen bis zu den hochspezifischen Trainingsbereichen. Dies führt auch zur unvollständigen trainingsmethodischen Brechung der Schnellkraftausdauerfähigkeit bei der Gestaltung der Periodisierung. Dies betrifft sowohl die chronologische als auch die hierarchische Abfolge der Trainingsmittel und -methoden.

Die zu ergänzenden Schwerpunkte im Krafttraining von Ausdauersportarten bezüglich des Schnellkraftausdauertrainings bestehen **erstens** in seiner chronologischen Eingliederung in die Abfolge des Kraftausdauertrainingskomplexes zwischen der quantitativen Finalausprägung der Kraftausdauerfähigkeit und dem qualitativen Übergang zum Schnellkraftausdauertraining vor der Frequenzsteigerung. Der **zweite** Schwerpunkt korrespondiert mit dem ersten und beinhaltet die Anwendung des Schnellkraftausdauertrainings auf allen Trainingsmittelebenen - also auch im semispezifischen Training und im speziellen Krafttraining mit allgemeinen Mitteln.

Die fehlende Repräsentanz dieser Schwerpunkte in den Ausführungen von Reiß (1992) widerspiegelt die reale Situation, daß auf dem Gebiet der zielgerichteten und effektiven sportpraktischen Einwirkung auf die Schnellkraftausdauerfähigkeit (inhaltliche und organisatorische Gestaltung des Trainingsprozesses) gegenwärtig neben vereinzelt und/oder sporadischen Lösungsversuchen Stagnation überwiegt. Dies ist verbreitet mit einer zu einseitigen Orientierung auf das spezifische Training verbunden. Hier wirken sich auch mehrere bedeutungs inadäquate vorwiegend sport-politisch begründete Entwicklungstrends aus, die das Umfeld der angewandten Trainingswissenschaft und der Trainingspraxis nachhaltig negativ beeinflussen (vgl. Kapitel 2), was zunehmend zur Trennung von theoretischer Erkenntnis und praktischer Anwendung führt. Da kurz- und mittelfristige Veränderungen im Sinne einer Verbesserung der Rahmenbedingungen für trainingswissenschaftliche Forschung und Trainingspraxis nicht zu erwarten sind, bleibt

nur die inhaltlich und organisatorisch intensivierte Kooperation von Trainern und entsprechenden Vertretern der sportwissenschaftlichen Forschung.

Literaturverzeichnis

Adamczewski, H.: Theoretische Ausgangspositionen für den Einsatz und die weitere Untersuchung von Krafttrainingsübungen in den leichtathletischen Sprungdisziplinen. Theorie und Praxis Leistungssport Berlin, 16(1978)Bh, 3/4, 142-162

Allmann, H.: Maximalkraft und Sprintleistung - Maximalkrafttraining im Sprinttraining. In: Bühre, M. u.a.: Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Hofmann, Schorndorf 1985

Andrich, B.: Zu Möglichkeiten des Niveaus der Kraftfähigkeiten unter Labor- und sportartspezifischen Bedingungen im Eisschnellauf und zu ihren Aussagen für die Trainingspraxis. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)Bh 3/4, 126-141

Antoni, M.; Schmidtbleicher, D.; Dietz, V.: Möglichkeiten der schnellen Innervationskorrektur beim Laufen durch den spinalen Dehnungsreflex. Leistungssport, Berlin 9(1979)6, 428-432

Appelt, D.; Buhl, H.; Häcker, R.: Anpassungen im Enzymprofil als Reaktion auf verschiedene Belastungen. Medizin und Sport, Berlin 22(1982)2/3, 52-56

Armstrong, R.B.: Biochemie: Freisetzung und Gebrauch von Energie. In: Strauß, R.H. u.a.: Sportmedizin und Leistungsphysiologie. Enke, Stuttgart 1983

Ascheron, R.; Beyer, L.: Belastungsabhängige Veränderungen des Zentralnervensystems auf der Grundlage rechnergestützter EEG-Untersuchungen. Medizin und Sport, Berlin 22(1982)2/3, 49-51

Autorengemeinschaft (FG Krafttraining): Trainingsmittelkatalog Frauen, Männer. Trainerinformation des DRSV der DDR, I/1983

Bachl, N.: Kriterien der körperlichen Leistungsfähigkeit. In: Aigner, A. u.a.: Sportmedizin in der Praxis. Springer; Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokio 1986

Bähr, H.: Informationsrückkopplung bei fortgeschrittener Ausprägung der spezifischen Handlungsregulation - ein Beitrag zur Erhöhung der methodischen Sicherheit in der Ruderfertigkeitentwicklung. Dissertation A, Berlin, Humboldt-Universität 1990

Ballreich, R.: Einführung in die Biomechanik des Sports. In: Ballreich, R.; Baumann, W.; Preiß, R.: Grundlagen der Biomechanik des Sports. Enke, Stuttgart 1988

Ballreich, R.; Baumann, W.: Einführung in die Forschungsmethoden der Biomechanik des Sports. In: Autorengemeinschaft: Trainingswissenschaft 1. Einführung in Forschungsmethoden. Limpert, Bad Homburg 1982

Ballreich, R.: Probleme und Lösungsansätze einer sportmethodischen Leistungsdiagnostik aus biomechanischer Sicht. Leistungssport, Frankfurt/Main 8(1978)1, 3-11

Bartonietz, K.; Borkeloh, D. u.a.: Standpunkte und neue Ansätze zur Diagnose der Kraftfähigkeiten in den Schnellkraftsportarten. Training und Wettkampf, Berlin 28(1990)1, 35-53

Bartonietz, K.; Ringk, F.: Ergebnisse biomechanischer Untersuchungen zur weiteren Aufhellung der Bewegungsstruktur und zur Wirkungsrichtung ausgewählter Trainingsübungen für die Entwicklung sprungspezifischer Kraftfähigkeiten. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)Bh 6, 17-31

Bauersfeld, M.: Ausgewählte Probleme und neuere Standpunkte zur Schnelligkeit und ihre trainingsmethodischen Konsequenzen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 24(1986a)8/9, S.155-173

Bauersfeld, M.: Standpunkte zur Ausbildung der Schnellkraft im Grundlagentraining. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 24(1986b)10, 98-103

Bayer, G.: Untersuchungen zur Bedeutung der Geschwindigkeitsorientierung im KA-Training am Beispiel des LAmA - TII Frauen Jan./Febr. 1989. Untersuchungsbericht, Berlin, Humboldt-Universität 1989, unveröffentlicht

Bayer, G.: Bericht über die Untersuchungen zur Rolle der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining des DRSV der DDR in den TJ 1986/87 und 1987/88 am Beispiel des LAmA. Untersuchungsbericht, Berlin, Humboldt-Universität 1988, unveröffentlicht

Bayer, G.: Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining des DRSV in den TJ 1984/85 und 1985/86. Untersuchungsbericht, Berlin, Humboldt-Universität 1986, unveröffentlicht

Bayer, G.: Die Bedeutung der Maximalkraftfähigkeit und ihre Stellung in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen von Ruderinnen des Spitzenbereiches sowie Möglichkeiten ihrer anforderungsgerechten und effektiven Vervollkommnung im Trainingsprozeß des DRSV der DDR. Dissertation A, Berlin, Humboldt-Universität 1983

Bayer, G.: Zu einigen theoretischen Aspekten einer anforderungsgerechten Herausbildung von MK-Fähigkeiten in Ausdauersportarten am Beispiel des Ruderns. Referat zum Wettbewerb von Nachwuchswissenschaftlern am FKS, Leipzig, 21.5.82, unveröffentlicht

Bayer, G.: Bericht über Untersuchungen zur Stellung von partiellen MK-Fähigkeiten in der konditionellen Leistungsstruktur von Leistungsruderinnen. Untersuchungsbericht, Berlin, Humboldt-Universität 1981, unveröffentlicht

Bayer, G.: Untersuchungen zur Jahresdynamik des Aufbaus ruderspezifischer Kraftfähigkeiten im Elitebereich des DRSV der DDR im Trainingsjahr 1977/78. Diplomarbeit, Berlin, Humboldt-Universität 1979

Behrend, R.: Trainingsexperimentelle Modelluntersuchungen von schnellkeitsorientierten Sprungübungen im Aufbautraining der Disziplingruppe Sprung/Mehrkampf. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 27(1989)2, 126-135

Berger, J.; Harre, D.; Bauersfeld, M.: Grundlagen und Methodik des Schnellkrafttrainings. In: Harre, D. u.a.: Trainingslehre. Sportverlag, Berlin 1979

Bernstein, N.A.: Bewegungsphysiologie. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1988

Beyer, L.; Schober, F.; Schumann, H.: Psychophysische Zustände bei unterschiedlichen Anforderungen an Willkürbewegungen. Medizin und Sport, Berlin 26(1986)1, 27-28

Billeter, R.; Hoppeler, H.: Biologische Grundlagen der Muskelkontraktion. In: Komi, P.V. u.a. Kraft und Schnellkraft im Sport. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1994

Blume, D.-D.: Der sportmotorische Test als Untersuchungs- und Kontrollmethode. In: Meinel, K.; Schnabel, G. u.a.: Bewegungslehre-Sportmotorik. Volk und Wissen, Berlin 1987

Borde, K.: Untersuchungen zur weiteren Erhöhung der Effektivität des Krafttrainings von Rudersportlern durch planmäßige Berücksichtigung von koordinativen Anforderungen der Wettkampfleistung bei der Herausbildung vortriebswirksamer Kraftfähigkeiten. Dissertation A, Berlin, Humboldt-Universität 1987

Bös, K.: Handbuch sportmotorischer Tests. Hogrefe; Göttingen, Toronto, Zürich 1987

Bös, K.; Mechling, H.: Dimensionen sportmotorischer Leistungen. Hofmann, Schorndorf 1983

Bosco, C.: Kontrolle des Krafttrainings durch das Kraft-Geschwindigkeits-Verhältnis. Leistungssport, Münster 13(1983)6, 23-28

Brecht, K.: Muskelphysiologie. In: Keidel, W.D. u.a.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie. Thieme, Stuttgart 1973

- Bringmann, W.:** Sportgeräte in Prävention und Therapie. Medizin und Sport, Berlin 30(1990)1, 20-23
- Brzank, K.-D.; Pieper, K.-S.:** Die Fasertypen im menschlichen Skelettmuskel - Basis für funktionelle Variabilität und energetische Effektivität in der Arbeitsweise des Muskels. Medizin und Sport, Berlin 25(1985)5, 129-133
- Buchmann, R.:** Beschreibung der Rudertechnik. In: Körner, T.; Schwanitz, P. u.a.: Rudern. Sportverlag, Berlin 1987
- Buchmann, R.:** Theoretische und empirische Grundlagen der sporttechnischen Leistungsentwicklung im Rudern. Diss. B, Berlin, Humboldt-Universität 1978
- Buchmann, R.; Mahlo, F.; Schwanitz, P.:** Das rudertechnische Leitbild als Zielgröße für die anforderungsgerechte Herausbildung von Kraftfähigkeiten. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 20(1982)2/3, 160-177
- Buchmann, R.; Mattes, K.:** Zum Verhältnis von Messen und Testen in der sportmethodischen Forschung. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 34(1985)9, 679-682
- Buhl, H.; Hörner, J.; Böhme, H.:** Untersuchungen zur Leistungsstruktur im 4000-m-Verfolgungsfahren. Training und Wettkampf, Berlin 28(1990)1, 111-126
- Bührle, M.:** Computer-Tomographie und Muskelbiopsie. In: Letzelter, H.; Steinmann, W.; Freitag, W. u.a.: Angewandte Sportwissenschaft. 7. Sportwissenschaftlicher Hochschultag der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft vom 25.-27.9.1985 in Mainz, DVS, Clausthal-Zellerfeld 1986
- Bührle, M.:** Dimensionen des Kraftverhaltens und ihre spezifischen Trainingsmethoden. In: Bührle, M. u.a.: Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Hofmann, Schorndorf 1985
- Bührle, M.; Schmidtbleicher, D.:** Die biomechanische Diagnose der Maximal- und Schnellkraftkomponenten und ihre Umsetzung bei der Trainingssteuerung. In: Rieder, H.; Hanke, U. u.a.: Bericht über den AIESEP-Weltkongreß vom 22.-26.8.1986 in Heidelberg. Strauß, Köln 1987
- Bührle, M.; Schmidtbleicher, D.:** Maximalkraft-Schnellkraft-Beweglichkeit. In: Augustin, D.; Müller N. u.a.: Leichtathletik im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis. Mainzer Studien zur Sportwissenschaft. Arbeitsbericht des Internationalen DLV-Fortbildungskongresses "Leichtathletiktraining vor Moskau" vom 23.-25.11.1979 in Mainz, Schors; Niederhausen, Golling 1981a
- Bührle, M.; Schmidtbleicher, D.:** Komponenten der Maximal- und Schnellkraft. Sportwissenschaft, Schorndorf 11(1981b)1, 11-27
- Bührle, M.; Schmidtbleicher D.:** Der Einfluß von Maximalkrafttraining auf die Bewegungsschnelligkeit. Leistungssport, Berlin-W 7(1977)1, 3-10
- Bührle, M.; Schmidtbleicher, D.; Ressel H.:** Die spezielle Diagnose der einzelnen Kraftkomponenten im Hochleistungssport. Leistungssport, Münster 13(1983)3, 11-16
- Burke, R.E.; Edgerton, V.R.:** Motor unit properties and selective involvement in movement. In: Wilmore, J.H.; Keogh, J.F. u.a.: Exercise and sport sciences reviews. Vol.3, Academic Press, New York 1975; zitiert nach Küchler, 1983
- Christov, R.; Christov, R.:** Krafttraining im Rudern - vom isometrischen zum isokinetischen. Rudersport, Wiesbaden 107(1989)3, 56-57
- Clauß, G.; Ebener, H.:** Grundlagen der Statistik. Volk und Wissen, Berlin 1978
- Cooper, K.-H.:** Bewegungstraining. Fischer, Frankfurt/Main 1970
- Costill, D.; Sharp, R.; Troup, J.:** Muscle strength: contributions to sprint swimming. Swimming World, Los Angeles 21(1980)2, 29-34

- Daug, R.; Blischke, K.:** Sensomotorisches Lernen. In: Carl, K. u.a.: Handbuch Sport Band 1. Schwann, Düsseldorf 1984
- Dathe, H.:** Untersuchungen zur weiteren Qualifizierung der Kraftleistungsdiagnostik des DRSV der DDR durch die Einbeziehung eines ruderspezifischen Krafttests im Meßboot. Dissertation A, Berlin, Humboldt-Universität 1989
- De Marees, H.:** Sinnesphysiologische Aspekte im Sport. In: Böning, D. u.a.: Sport - Rettung oder Risiko für die Gesundheit? Deutscher Ärzteverlag, Köln 1989
- Dick, F.W.:** Sports training principles. Kimpton Ltd., London 1980
- Di Prampero, P.E.:** Grundlagen der anaeroben Energiebereitstellung und der O₂-Schuld bei körperlichen Höchstbelastungen. Medizin und Sport, Berlin 13(1973)1, 1-12
- Dietz, V.:** Neurophysiologische Grundlagen des Kraftverhaltens. In: Bühle, M. u.a.: Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Hofmann, Schorndorf 1985
- Donda, A. u.a.:** Statistik. Die Wirtschaft, Berlin 1986
- Donskoi, D.D.:** Grundlagen der Biomechanik. Sportverlag, Berlin 1975
- Dorochov, R.N.:** Einfluß der Ermüdung auf die Kennziffern der Kraft der Muskeln und ihrer Ableitungen in zyklischen Sportarten. Referat auf der wissenschaftlich-praktischen Konferenz der UdSSR zum Thema: Entwicklung der Ausdauer in zyklischen Sportarten., Okt. 1987
- Dörr, J.:** Die trainingsmethodische Nutzbarkeit biomechanischer Meßwerte am Krafttrainingsgerät Speerwurf. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 27(1989)7, 64-77
- Ehlenz, H.; Grosser, M.; Zimmermann, E.:** Krafttraining. BLV Verlagsgesellschaft; München, Wien, Zürich 1985
- Farfel, W.S.:** Bewegungssteuerung im Sport. Sportverlag, Berlin 1977
- Federle, S. u.a.:** Vergleichende Untersuchungen zwischen Trainings- und Wettkampfübung beim Rudern mit Hilfe der Elektromyographie. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 5(1967)5, 32-48
- Fehling, H.-J.; Draeger, G.:** Ergebnisse von Beobachtungen im Rudersport bei den Olympischen Spielen 1988 in Seoul. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 27(1989)3/4, 138-148
- Fetz, D.:** Bewegungslehre der Leibesübungen. Limpert, Bad Homburg und Österreichischer Bundesverlag, Wien 1980
- Frey, G.:** Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fertigkeiten. Leistungssport, Berlin-W 7(1977)5, 329-362
- Frick, U.:** Kraftausdauerverhalten im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. Strauß, Köln 1993
- Fritsch, W.:** Definitionen und Erläuterungen zur Trainingslehre und Beispiele zum Rudern. Rudersport, Minden 95(1977)31; Trainer-Journal 65, I-VI
- Galperin, P.J.:** Die Psychologie des Denkens und die Lehre der etappenweisen Ausbildung geistiger Handlungen. In: Budilowa, E.A. u.a.: Untersuchungen des Denkens in der sowjetischen Psychologie. Volk und Wissen, Berlin 1967
- Galperin, P.J.:** Die geistige Handlung als Grundlage für die Bildung von Gedanken und Vorstellungen. In: Galperin, P.J.; Leontjew, A.N. u.a.: Probleme der Lerntheorie. Volk und Wissen, Berlin 1966

- Ganong, W.F.:** Physiologie. Springer; Berlin, Heidelberg, New York 1974
- Gerber, G. u.a.:** Erkenntnisse, Hypothesen und Lösungswege für die weitere Entwicklung leistungsbestimmender Komponenten der Fähigkeiten Schnelligkeit, Kraft und Ausdauer in den Kurzzeitausdauerdisziplinen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 17(1979)Bh 2, 79-98
- Gerber, G. u.a.:** Steuerungsebenen, molekulare Mechanismen und Dynamik der hormonellen Regulation im menschlichen Organismus. Medizin und Sport, Berlin 15(1975)4, 97-105
- Gerber, G.; Feustel, G.:** Standpunkte und Erkenntnisse zur Rolle des Energiestoffwechsels im Muskel bei der Entwicklung der Schnelligkeits- und Kraftleistungen in den Ausdauersportarten. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)Bh 3/4, 38-55
- Gikalov, V.:** Verarbeitung kinästhetischer Informationen. In: Autorengemeinschaft: Motorik- und Bewegungsforschung. Hofmann, Schorndorf 1983
- Gjessing, E.T.:** Muskeltätigkeit und Bewegungsverlauf beim Rudern. Rudersport, Minden 98(1980)34, Trainer-Journal 75
- Gollhofer, A.:** Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. SFT-Verlag, Erlensee 1987
- Grosser, M.:** Training der konditionellen Fähigkeiten. Studienbrief der Trainerakademie Köln des Deutschen Sportbundes; 20, Hofmann, Schorndorf 1988
- Grosser, M.; Zimmermann, E.; Ehlenz, H.:** Zu den Voraussetzungen, Inhalten, Methoden der Periodisierung und den Grenzen des Krafttrainings für Sprinter (100m-Lauf). In: Bührle, M. u.a.: Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Hofmann, Schorndorf 1985
- Güllich, A.; Schmidtbleicher, D.:** Kurzfristige Veränderungen von Schnellkraftleistungen durch maximale willkürliche Kontraktionen. Leistungssport, Münster 25(1995)5, 30-35
- Gundlach, H.:** Persönlichkeit und Leistungsstruktur. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 36(1987)4, 265-272
- Gundlach, H.:** Zur weiteren Differenzierung zwischen den Ausdauersportarten und zur Berücksichtigung ihrer Spezifik. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)1, 115-130
- Gundlach, H.:** Einführung zu der Übersetzung aus dem Russischen "Die Wechselbeziehungen zwischen den körperlichen Eigenschaften" von Zaciorskij, W.M.; Kulik, N.G.; Smirnov, J.I. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 19(1970)2, 141
- Gundlach, H.:** Systembeziehungen körperlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin, 17(1968)Bh 2, 198-205
- Hacker, W.:** Arbeitspsychologie. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1986
- Häcker, R.; Hasart, E.; Reichert, M.:** Die Regulation des anaeroben Stoffwechsels und die energetische Sicherung sportlicher Leistungen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 25(1987)8/9, 168-179
- Harre, D. u.a.:** Untersuchungen über die optimale Gestaltung des Krafttrainings und die Entwicklung leistungsbestimmender Kraftfähigkeiten an Nachwuchsruderern. Forschungsbericht, Leipzig, DHfK 1973
- Harre, D.; Hauptmann, M.:** Schnelligkeit und Schnellkrafttraining. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 36(1987)3, 198-203
- Harre, D.; Hauptmann, M.:** Kraftfähigkeiten und Krafttraining. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 32(1983)3, 205-213

- Harre, D.; Hauptmann, M.; Minow, H.-J.:** Kraftfähigkeiten und Krafttraining. Medizin und Sport, Berlin 29(1989)7, 199-202
- Harre, D.; Leopold, W.:** Kraftausdauer und Kraftausdauertraining (Teil 1). Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 35(1986)4, 282-291
- Harre, D.; Lotz, I.:** Schnellkrafttraining. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 33(1984)6, 452-460
- Hasart, E.; Gabriel, B.; Grabs, D.:** Enzymaktivitäten energieliefernder Stoffwechselsysteme in der Muskulatur von Sporttreibenden zyklischer Sportarten. Medizin und Sport, Berlin 28(1988)7, 195-201
- Hauptmann, M.; Harre, D.:** Training zur Ausbildung der Maximalkraftfähigkeit. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 32(1983)9, 698-706
- Heck, H.:** Laktat in der Leistungsdiagnostik. Hofmann, Schorndorf 1990
- Heiße, G.:** Training der Schnelligkeit. In: Körner, T.; Schwanitz, P. u.a.: Rudern. Sportverlag, Berlin 1987
- Heller, K.:** Untersuchungen von Unterschieden in der dynamischen und kinematischen Gliederung der Ruderbewegung bei Männern und Frauen. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1977
- Hellmann, K.:** Die Weiterentwicklung und Einordnung des speziellen Krafttrainings in den Trainingsprozeß des Speerwurfs (Frauen). Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 25(1987)4, 44-51
- Henatsch, H.-D.:** Bauplan der peripheren und zentralen sensomotorischen Kontrollen. In: Gauer, O.H.; Kramer, K.; Jung, R. u.a.: Sensomotorik. Urban & Schwarzenberg; München, Berlin, Wien 1976a
- Henatsch, H.-D.:** Zerebrale Regulation der Sensomotorik. In: Gauer, O.H.; Kramer, K.; Jung, R. u.a.: Sensomotorik. Urban & Schwarzenberg; München, Berlin, Wien 1976b
- Henatsch, H.-D.; Langer, H.H.:** Neuropsychologische Aspekte der Sportmotorik. In: Autorengemeinschaft: Motorik- und Bewegungsforschung. Hofmann, Schorndorf 1983
- Heß, W.-D.:** Zur Objektivierung lokomotorischer Schnelligkeitsfähigkeiten. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg 26(1984)U2, 8-16
- Heß, W.-D.:** Tests zur Diagnose der Schnelligkeitsfähigkeiten in der Sportmethodik. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 34(1985)10, 729-731
- Hettinger, Th.:** Isometrisches Muskeltraining. Thieme; Stuttgart, New York 1983
- Hiller, H.:** Neue Erkenntnisse zur Leistungsstruktur im Rudern und daraus abgeleitete Konsequenzen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 26(1988)5/6, 52-63
- Hiller, H.:** Vergleichende Untersuchung der Rudertechnik im Freiwasser und im Ruderbecken. Ein Beitrag zur effektiven Nutzung des Ruderbeckens als Trainingsgerät im speziellen Training der Ruderer des DRSV der DDR. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1982
- Hill, A.V.:** The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proceedings of the Royal Society of London, Sect. B, (1938)126, 137-195
- Hochmuth, G.:** Der Beitrag der Biomechanik zur höheren Wirksamkeit des Techniktrainings. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 24(1986)3, 35-55
- Hochmuth, G.:** Biomechanik sportlicher Bewegungen. Sportverlag, Berlin 1981
- Hochmuth, G.; Gundlach, H. u.a.:** Zum gegenwärtigen Stand der Theorie und Praxis des Krafttrainings und zu einigen Reserven für die weitere Steigerung der sportlichen Leistungen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 20(1982)2/3, 7-39

- Hoffmann, B.; Wilke, D.:** Untersuchungen zur weiteren Qualifizierung der inhaltlichen und methodischen Gestaltung sowie zur Standardisierung des Kraftausdauertrainings an Land für Ruderinnen und Ruderer des Elitebereiches des Deutschen Rudersportverbandes der Deutschen Demokratischen Republik. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1978
- Hoffmeister, M.; Karl, L.:** Bestimmung von Kalibrierwerten am Speedometer. Technischer Bericht, Berlin, Arbeitsgruppe Elektronik der F/E-Stelle des DRSV der DDR 1984, unveröffentlicht
- Hohmann, H.:** Analyse der Entwicklung von Kraftfähigkeiten im langfristigen Leistungsaufbau von Ruderinnen im DRSV der DDR und daraus abgeleitete Schlußfolgerungen für das Krafttraining in der 2. Förderstufe. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1984
- Hollmann, W.:** Muskelkraft und Krafttraining aus sportmedizinischer Sicht. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, Köln 38(1987)10, 405-415
- Hollmann, W.; Hettinger Th.:** Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Schattauer-Verlag; Stuttgart, New York 1980
- Höltke, V.:** Zur Effektivität von dynamischem Maximalkraft- und dynamischem Kraftausdauertraining bei Leistungsschwimmern der nationalen Spitzenklasse. SFT-Verlag, Erlensee 1993
- Howald, H.:** Veränderungen der Muskelfasern durch Training. Leistungssport, Münster 19(1989)2, 18-24
- Hummel, A.; Knappe, W.:** Zu Gegenstand und Aufgaben sportmethodischer Disziplinen (Thesen). Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 38(1989)5, 343-347
- Hunger, P.; Böhme, P.; Kettmann, S. u.a.:** Entwicklung der Leistung durch Steigerung des Energieumsatzes oder durch verbesserte Energieausnutzung? Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 25(1987)8/9, 216-226
- Ikai, M.:** Training of muscle strength and power in athletes. FIMS-Kongreß, Oxford 1970
- Ikai, M.:** Trainability of muscular endurance as valated to age. X. ICHPER-Kongreß, Vancouver 1967
- Ikai, M.; Steinhaus, A.H.:** Some factors modifying to expression of human strength. Journal appl. Physiol. 16(1961) 157-163
- Ikai, M.; Yabe, K.; Ischii, K.:** Muskelkraft und muskuläre Ermüdung bei willkürlicher Anspannung und elektrischer Reizung des Muskels. Sportarzt und Sportmedizin, Köln 18(1967)5, 197-204
- Israel, S.:** Akzentuierung bei der Ausbildung körperlicher Fähigkeiten für verschiedene Körperpartien. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 25(1976)2, 118-127
- Israel, S.; Lorenz, R.:** Kapazitiv bedingte Grenzen sportlicher Leistungsfähigkeit. Medizin und Sport, Berlin 15(1975)7, 202-206
- Jagemann, K. u.a.:** Atmung der Mitochondrien aus Rattenskelettmuskeln nach mehrwöchigen Trainingsprogrammen und unter dem Einfluß von Laktat in vitro. Medizin und Sport, Berlin 17(1977)12, 401-403
- Jakowlew, N.N.:** Sportbiochemie. J.A. Barth, Leipzig 1977
- Jakowlew, N.N.:** Biochemische Adaptationsmechanismen der Skelettmuskeln an höhere Aktivität. Medizin und Sport, Berlin 15(1975)5, 132-139
- Joch, W.; Krause, J.; Fritsche, P.:** Schlagkraft und Bewegungsschnelligkeit des Boxers. Leistungssport, Berlin-W 12(1982)1, 40-46
- Jonath, U.; Krempel, R.:** Konditionstraining. Rowohlt, Reinbek 1989

Karlsson, J.; u.a.: Das menschliche Leistungsvermögen in Abhängigkeit von Faktoren und Eigenschaften der Muskelfasern. Medizin und Sport, Berlin 15(1975)12, 357-365

Karpovich, P.V.; Sinning, W.E.: Physiology of Muskular Activity. W.B. Saunders Company; Philadelphia, London, Toronto, 1971

Kettmann, S.: Erkenntnisse zur Leistungsstruktur in Radsportdisziplinen und daraus abzuleitende Folgerungen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 26(1988)5/6, 92-103

Kettmann, S.: Zum Stand und zur notwendigen Entwicklung des Krafttrainings im Straßenradsport unter Berücksichtigung der umfangreichen Wettkämpfe. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)Bh 3/4, 22-28

Keul, J. u.a.: Allgemeine und sportartspezifische Leistungsdiagnostik im Hochleistungsbereich. Leistungssport, Berlin-W 11(1981)11, 382-398

Keul, J.; Doll, E.; Keppler, D.: Muskelstoffwechsel. J.A. Barth, München 1969

Kibele, A.: Bedingungsfaktoren von Kraft- und Ausdauerleistungen. Deutsch; Thun, Frankfurt am Main 1995

Knauf, M.; Hochmuth, G.; Prause, D.: Die Bewegungsstruktur von Krafttrainingsübungen unter dem Aspekt der Erhöhung der Bewegungsleistung in der Wettkampfübung. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 20(1982)2/3, 40-61

Komi, P.V.: Der Dehnungs-Verkürzungszyklus. In: Komi, P.V. u.a.: Kraft und Schnellkraft im Sport. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1994

Komi, P.V.: How important is neural drive for strength and power development in human skeletal muscle? In: Saltin, B. u.a.: Biochemistry of Exercise VI. Human Kinetics Publishers, Champaign (USA) 1986

Komi, P.V.: Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus bei Bewegungen mit sportlicher Leistung. In: Bührle, M. u.a.: Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Hofmann, Schorndorf 1985

Komi, P.V.: Faktoren der Muskelkraft und Prinzipien des Krafttrainings. Leistungssport, Frankfurt/Main 5(1975)1, 3-16

König, J.: Leistungsstrukturelle Aspekte und praktische Lösungswege im Krafttraining von Sprintern. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 25(1987)4, 80-89

Krause, B.; Metzler, P.: Angewandte Statistik. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1988

Krüger, A.: Isokinetisches Krafttraining. Leistungssport, Frankfurt/Main 1(1971)1, 22-31

Küchler, G.: Motorik - Steuerung der Muskeltätigkeit und begleitende Anpassungsprozesse. Thieme, Leipzig 1983

Kühn, J.: Theoretische und traingsmethodische Ausgangangpositionen für Untersuchungen der Handlungsschnelligkeit im Aufbautraining des Ringkampfsportes. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 25(1987)1, 18-29

Kühnhardt, J.: Biomechanische Analyse der Bewegung und Kraftabgabe am Innenhebel und Untersuchung auf einem Trockenrudergerät. Untersuchungsbericht, Berlin, Humboldt-Universität 1986

Kunath, H.: Differenzierung und Integration in der Sportwissenschaft. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 37(1988)6, 366-373

Kunz, H.-R. u.a.: Krafttraining. Thieme; Stuttgart, New York 1990

- Kusnezow, W.W.:** Kraftvorbereitung. Sportverlag, Berlin 1972
- Kutzke, B.:** Zur Ableitung koordinativ-motorischer Leistungsanteile und Möglichkeiten ihrer Objektivierung am Beispiel der Ruderhandlung von Athleten des Hochleistungsbereiches des DRSV der DDR. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1986
- La Mura, G.:** Bootsgeschwindigkeit und Energiekosten. Leistungssport, Münster 20(1990)5, 42-44
- Lehnert, A.:** Zu einigen wissenschaftstheoretischen Fragen des Gegenstandes der Theorie und Methodik des Trainings und ihre Stellung in der Sportwissenschaft. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 35(1986)5, 345-354
- Lehnertz, K.:** Optimaler Krafteinsatz aus molekularmechanischer Sicht (IX). Leistungssport, Münster 18(1988)4, 42-46
- Lehnertz, K.:** Muskelkraft und Bewegungsleistung - magnetische Aspekte (VIII). Leistungssport, Münster 18(1988)1, 48-50
- Lehnertz, K.:** Muskelkraft und Bewegungsleistung - mechanische Aspekte (VII). Leistungssport, Münster 17(1987)6, 22-24
- Lehnertz, K.:** Mechanismen der Kraftregulierung im Skelettmuskel. Leistungssport, Münster 15(1985)4, 33-40
- Lehnertz, K.:** Molekularmechanische Grundlagen der Muskelkraft bei Schlagbewegungen. Leistungssport, Münster 14(1984)5, 27-33
- Letzelter, H.:** Ziele, Methoden und Inhalte des Krafttrainings. Czawlina, Ahrensburg 1983
- Letzelter, H.:** Sportliches Training. In: Koch, K.; Czawlina, C. u.a.: Sportkunde. Hofmann, Schorndorf 1983
- Letzelter, M.:** Trainingsgrundlagen. Rowohlt, Reinbek 1978
- Letzelter, H.; Letzelter, M.:** Krafttraining. Rowohlt, Reinbek 1990
- Letzelter, H.; Letzelter, M.; Steinmann, W.:** Meßfehler in der Kraftdiagnostik. Leistungssport, Münster 20(1990)2, 46-52
- Lienert, A.:** Testaufbau und Testanalyse. Julius Beltz; Weinheim, Berlin, Basel 1969
- Lohse, H.; Ludwig, R.; Röhr, M.:** Statistische Verfahren. Volk und Wissen, Berlin 1986
- Mahlo, F.:** Zum Problem der Transformation antrainierter Kraftpotentiale in ruderspezifische antriebswirksame Kraftfähigkeiten und daraus abgeleitete Folgerungen für das Krafttraining und die Kraftdiagnostik. In: Autorengemeinschaft: Zur weiteren Vervollkommenung ruderspezifischer Leistungsvoraussetzungen. Trainerinformation des DRSV der DDR, I/1988
- Mahlo, F.:** Krafttraining an Land. In: Körner, T.; Schwanitz, P. u.a.: Rudern. Sportverlag, Berlin 1987
- Mahlo, F.:** Zur allgemeinen Differenzierung der Ausdauerfähigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 33(1984)3, 201-207
- Mahlo, F.:** Kraft/Ausdauer-Beziehung in der sportlichen Tätigkeit. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 33(1984)1, 47-53
- Mahlo, F.:** Untersuchungen zu den partiellen SK- und SKA-Fähigkeiten von Ruderinnen und Ruderern von Gewichthebern und Sportstudenten zur Erweiterung unserer Erkenntnisse über die konditionelle Leistungsstruktur und über die Belastungsgestaltung im schnellkraftorientierten Krafttraining an Land (MK, SKA). Forschungsbericht, Berlin Humboldt-Universität 1982, unveröffentlicht

- Mahlo, F.:** Untersuchungen zur Kraft/Geschwindigkeits-Beziehung, zur Schnellkraft und Schnellkraftausdauer der Armzugmuskulatur von Leistungsruderinnen, Leistungsrudern und Gewichthebern in der Übung "Liegendanreißen". Forschungsbericht, Berlin Humboldt-Universität 1981, unveröffentlicht
- Mahlo, F.:** Zur Optimalausprägung des spezifischen Kraft- und Ausdauerfaktors in der Kraftausdauerfähigkeit von Leistungsruderinnen und -rudern des DRSV der DDR. Dissertation B, Berlin, Humboldt-Universität 1979
- Malz, J. u.a.:** Ausgewählte Aspekte zur Entwicklung der Trainingsstrategie im Eisschnellauf. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 26(1988)5/6, 24-36
- Malz, J.; Müller, A.; Thomas, R.:** Zur Bedeutung der Geschwindigkeitsorientierung im Training der Eisschnellläufer. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 25(1987)8/9, 17-25
- Margaria, R.:** Energiequellen der Muskelarbeit - Biomechanik der menschlichen Fortbewegung. J. A. Barth, Leipzig 1982
- Markworth, P.:** Sportmedizin. Rowohlt, Reinbek 1984
- Martin, D.:** Grundlagen der Trainingslehre. Teil 1 Hofmann, Schorndorf 1977
- Martin, D./Nicolaus, J.:** Kraftausdauer - Operationalisierung und Dimensionen. Angewandte Trainingswissenschaft, IAT Leipzig 1(1994)2, 87-103
- Masalgin, N.A.; Uschakow, I.W.:** Anwendbarkeit der Elektromyografie zur Beurteilung des Entwicklungsniveaus zentral-nervaler Faktoren, die die Effektivität der Schnellkraftbewegungen beeinflussen. Medizin und Sport, Berlin 19(1979)12, 364-366
- Matveev, L.P.:** Die Periodisierung des sportlichen Trainings. Leipzig, Zentralinstitut für Körperkultur 1966
- Matwejew, L.P.:** Methoden der Körpererziehung. In: Matwejew, L.P.; Nowikow, A.D. u.a.: Theorie und Methodik der Körpererziehung. Band 1 Sportverlag, Berlin 1982
- Matwejew, L.P.:** Grundlagen des sportlichen Trainings. Sportverlag, Berlin 1981
- Matwejew, L.P.:** Die Theorie des Sports als Wissenschaft und Unterrichtsfach. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 21(1972)10, 875-884
- Mc Gilvery, R.W.:** Substratutilisation bei muskulärer Tätigkeit. Medizin und Sport, Berlin 15(1975)3, 65-77
- Michailow, V.V.:** Die Mobilisierung der anaeroben Energiebereitstellung von Sportlern bei Muskelarbeit unter unterschiedlichen Bedingungen. Medizin und Sport, Berlin 13(1973)12, 369-373
- Moritani, T.:** Die zeitliche Abfolge der Trainingsanpassungen im Verlaufe eines Krafttrainings. In: Komi, P.V. u.a.: Kraft und Schnellkraft im Sport. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1994
- Mühlfriedel, B.:** Trainingslehre. Diesterweg, Frankfurt/Main; Sauerländer, Aarau, Frankfurt/Main, Salzburg 1987
- Müller, K.H.:** Explosivkraft - eine generelle oder spezifische Eigenschaft. In: Bührlé, M. u.a.: Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Hofmann, Schorndorf 1985
- Müller, K.-J.:** Statische und dynamische Muskelkraft. Eine empirische Grundlagenuntersuchung. Deutscher, Thun, Frankfurt/Main 1987

- Nett, T.; Stoboy, H.; Hettinger, Th.:** Was ist "spezifische Schnellkraft" ? Leichtathletik, Berlin-W 21(1970)39, 1385-1387
- Neumann, G.:** Zur Leistungsstruktur der Kurz- und Mittelzeitausdauer-Sportarten aus sportmedizinischer Sicht. Leistungssport, Münster 21(1991)1, 29-32
- Neumann, G.:** Sportmedizinische Grundlagen der Ausdauerentwicklung. Medizin und Sport, Berlin 24(1984)6, 174-178
- Neumann, G.:** Zur Leistungsstruktur in den Ausdauersportarten. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)1, 92-114
- Neumann, G.; Gerber, G.; Kipke, L.:** Erkenntnisse zur Begründung der Leistungsstruktur in den Kurzzeit-, Mittelzeit- und Langzeitdisziplinen der Ausdauersportarten unter biologischem Aspekt. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 15(1977)Bh 5/6, 54-80
- Neumann, G.; Scharschmidt, F.:** Physiologische Grundlagen der Entwicklung der Kraftfähigkeiten in den Ausdauerdisziplinen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)Bh 3/4, 56-78
- Nicolaus, J.:** Kraftausdauer als Erscheinungsform des Kraftverhaltens. Strauß, Köln 1995
- Nolte, V.:** Der Antrieb des Ruderbootes - Biomechanische Grundlagen. Rudersport, Wiesbaden 107(1989)17, 446-450
- Nolte, V.:** Isokinetisches Krafttraining. Rudersport, Minden 106(1988)30, IV-VII
- Nolte, V.; Klauck, J.; Mader, H.:** Vergleich biomechanischer Merkmale der Ruderbewegung auf dem Gjessing-Ergometer und im fahrenden Boot. Rudersport, Minden 100(1982)33, 711-714
- Oberbeck, H.:** Krafttraining im Aufbautraining. Leichtathletiktraining, Münster 2(1991)1, 3-10
- Pahlke, U.:** Muskulatur. In: Autorengemeinschaft: Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings. J. A. Barth, Leipzig 1988
- Pahlke, U.:** Biologische Grundlagen der Ausdauerentwicklung. In: Autorengemeinschaft: Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings. J. A. Barth, Leipzig 1988
- Pampus, B.; Lehnertz, K.; Martin, D.:** Die Wirkung unterschiedlicher Belastungsintensitäten auf die Entwicklung von Maximalkraft und Kraftausdauer. Leistungssport, Münster 19(1989)4, 5-10
- Pansold, B.; Roth, W. u.a.:** Alaktazide und laktazide Energiebereitstellung bei Schwimmbelastungen. Medizin und Sport, Berlin 13(1973)4, 107-112
- Person, R.S.:** Die Arbeit der Muskeln bei Bewegungsakten des Menschen. In: Autorengemeinschaft: Sportphysiologie. Volk und Wissen, Berlin 1974
- Pfeiffer, H.:** Höhere Leistungswirksamkeit des Ausdauertrainings durch gezielte Forschungsarbeit. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 23(1985)4, 3-27
- Pfeiffer, H.; Harre, D.:** Grundlagen und Methodik des Ausdauertrainings. In: Harre, D. u.a.: Trainingslehre. Sportverlag, Berlin 1986
- Pickenhain, L.; Beyer, L.; Meischner, I.:** Neue Erkenntnisse zur Steuerung der Bewegungskoordination. Medizin und Sport, Berlin 25(1985)8, 225-228
- Piehl, K.:** Glykogenvorrat und -schwund in menschlichen Skelettmuskelfasern. Medizin und Sport, Berlin 15(1975)2, 33-42
- Podolsky, P.J.:** Thermodynamics of muscle. In: Structure and Funktion of Muscle. Bd. 2 New York 1960, (zitiert nach Worobjow 1974)

Pohl, J.; Diedrich, P.: Zur Steuerung der Schnellkraftentwicklung im Ringen. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)Bh 3/4, 116-125

Pöhlmann, R.: Motorisches Lernen. Sportverlag, Berlin, 1986

Punkt, J. u.a.: Die Charakterisierung des Ermüdungsverlaufes von Skelettmuskeln durch kontraktile und metabolische Parameter am Tiermodell. Medizin und Sport, Berlin 30(1990)5, 145-105

Ramlow, J.: Untersuchungen von Beziehungen allgemeiner und ruderspezifischer Kraftleistungsmerkmale als ein Beitrag zur Qualifizierung der partiellen Kraftleistungsdiagnostik und zur Objektivierung des Kraftprofils der Ruderer und Ruderinnen im Elitebereich des DRSV der DDR. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1979

Rapoport, S.M.: Medizinische Biochemie. Volk und Gesundheit, Berlin 1977

Reiß, M.: Steigerung der Kraftausdauerfähigkeiten durch wirkungsvolles Kraftausdauertraining. Leistungssport, Münster 22(1992)5, 15-20

Reiß, M.; Pfützner u.a.: Weltstandsanalyse 1992: Tendenzen der Leistungsentwicklung in den Ausdauersportarten. Leistungssport, Münster 23(1993)3, 9-14

Reiß, M.; Tschiene, P.: Leistungsniveau und Entwicklungsreserven in den Ausdauersportarten. Leistungssport, Münster 25(1995)6, 4-8

Romanautzky, R.: Zum Geschwindigkeitsverlauf von Teilkörperbewegungen in den Belastungsbereichen des ruderspezifischen Hochleistungstrainings - Ein Beitrag zum leistungswirksameren Einsatz sportartspezifischer Trainingsmittel in Ausdauersportarten. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1987

Roth, K.: Die empirisch-analytische Betrachtungsweise der Motorik. In: Willimczik, K.; Roth, K.: Bewegungslehre. Rowohlt, Reinbek 1983

Roth, K.: Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten. Limpert, Bad Homburg 1982

Roth, W.: Physiologische Grundlagen. In: Körner, Th.; Schwanitz, P. u.a.: Rudern. Sportverlag, Berlin 1987

Roth, W. u.a.: Untersuchungen zur Dynamik der Energiebereitstellung während maximaler Mittelzeitausdauerbelastung. Medizin und Sport, Berlin 23(1983)4, 106-114

Roth, W.; Pas, P.: Bedeutung der energieliefernden Systeme (Energiekomponenten) für die Leistungsrealisierung von Wettkampf- und Trainingsbelastungen im Rudern und ihre Beziehung zu ausgewählten leistungsbeschreibenden Parametern. Tainerinformation des DRSV der DDR, VI/1986

Roth, W.; Schwanitz, P.; Pas, P.: Zum Einfluß differenter Kraft-Zeit-Verläufe im Training auf die muskuläre Anpassung. Medizin und Sport, Berlin 27(1987)6, 166-169

Rubinstein, S.L.: Grundlagen der allgemeinen Psychologie. Volk und Wissen, Berlin 1962

Rüegg, J.C.: Muskel. In: Schmidt, R.F.; Thews, G. u.a.: Physiologie des Menschen. Springer; Berlin, Heidelberg, New York 1980

Rühl, H.; Kraus, I.: Der Einfluß unterschiedlicher Ausführungsformen des Liegestützes auf das muskuläre Aktivitätsmuster. Medizin und Sport, Berlin 26(1986)2, 48-50

Rühl, H.; Wittekopf, G.: Die motorische Koordination bei automatisierten Bewegungsabläufen. Medizin und Sport, Berlin 25(1985)5, 138-143

Rühl, H.; Wittekopf, G.: Die Bedeutung der Anspannungsgeschwindigkeit für die muskuläre Mobilisation. Medizin und Sport, Berlin 24(1984)8, 232-234

- Rühl, H.; Wittekopf, G.:** Möglichkeiten zur Beurteilung adaptiver Prozesse des motorischen Systems zur Charakterisierung der sportlichen Leistungsfähigkeit. *Medizin und Sport*, Berlin 24(1984)4, 101-104
- Sahlin, K.:** Metabolic changes limiting muscle performance. In: Saltin, B. u.a.: *Biochemistry of Exercise VI*. Human Kinetics Publishers, Champaign (USA) 1986
- Sale, D.G.:** Neurale Adaptation im Verlaufe eines Krafttrainings. In: Komi, P. V. u.a.: *Kraft und Schnellkraft im Sport*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1994
- Satori, J; Tschiene, P.:** Die Fortentwicklung der Theorie des Trainings, Neue Elemente und Tendenzen. *Leistungssport*, Münster 17(1987)2, 7-16
- Sazioski, W.M.:** Die Ausbildung der Schnelligkeit, der Gewandtheit und einiger spezieller koordinativer Fähigkeiten. In: Matwejew, L.P.; Novikow, A.D. u.a.: *Theorie und Methodik der Körpererziehung*, Band 1. Sportverlag, Berlin 1981
- Saziorski, W.M.; Aljeschinski, S.J.; Jakunin, N.A.:** Biomechanische Grundlagen der Ausdauer. Sportverlag, Berlin 1987
- Scharschmidt, F.; Pieper, K.-S.:** Möglichkeiten des Einsatzes der Muskelbiopsie in der sportmedizinischen Leistungsdiagnostik. *Medizin und Sport*, Berlin 25(1985)5, 133-138
- Schmidt, F.A.:** *Motor Control and Learning*. Human Kinetics Publishers, Champaign (Illinois) 1988
- Schmidt, R.F.:** Integrative Funktionen des Zentralnervensystems. In: Schmidt, R.F. u.a.: *Grundriß der Neurophysiologie*. Springer; Berlin, Heidelberg, New York 1987
- Schmidt, R.F.:** Motorische Systeme. In: Schmidt, R.F. u.a.: *Grundriß der Neurophysiologie*. Springer; Berlin, Heidelberg, New York 1987
- Schmidt, R.F.:** Somato-viscerale Sensibilität: Hautsinne, Tiefensensibilität, Schmerz. In: Schmidt, R.F.; Thews, G. u.a.: *Physiologie des Menschen*. Springer; Berlin, Heidelberg, New York 1980
- Schmidtbleicher, D.; Hemmling, G.:** Die Auswirkungen eines Trainings mit einer Kombination von maximalen Muskelkontraktionen auf die Explosiv- und Maximalkraft. *Leistungssport*, Münster 24(1994)6, 4-10
- Schmidtbleicher, D.:** Motorische Beanspruchungsform Kraft. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, Köln 38(1987)9, 356-377
- Schmidtbleicher, D.:** Strukturanalyse der motorischen Eigenschaft Kraft. *Leichtathletik*, Berlin-W 35(1984)50, 1785-1792
- Schmidtbleicher, D.:** Maximalkraft und Bewegungsschnelligkeit. Limpert, Bad Homburg 1980
- Schmidtbleicher, D.; Gollhofer, A.; Frick, U.:** Auswirkungen eines Tiefsprungtrainings auf die Leistungsfähigkeit und das Innervationsverhalten der Beinstreckmuskulatur. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, Köln 38(1987)9, 387-394
- Schmolinsky, G. u.a.:** *Leichtathletik*. Sportverlag, Berlin 1980
- Schnabel, G.:** Allgemeine Bewegungsmerkmale als Ausdruck der Bewegungskoordination. In: Meinel, K.; Schnabel, G. u.a.: *Bewegungslehre - Sportmotorik*. Volk und Wissen, Berlin 1987
- Schnabel, G.:** Leistungsstruktur, Trainingsstruktur und ihr Zusammenhang. *Medizin und Sport*, Berlin 21(1981)9 u.10, 257-259 u. 318-320
- Schneider, E.:** Leistungsanalyse bei Rudermannschaften. Limpert, Bad Homburg 1980

Schneider, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen. Springer; Berlin, Heidelberg, New York 1973

Schober, F.; Beyer, L.: Die objektive Bestimmung der Flimmerverschmelzungsfrequenz zur Charakterisierung des aktuellen Aktivitätszustandes des ZNS. Medizin und Sport, Berlin 24(1984)8, 245-252

Scholich, M.: Standpunkte zum System der Trainingsmethoden in den Ausdauersportarten. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 39(1990)1, 31-40

Scholich, M.: Kreistraining. Sportverlag, Berlin 1979

Scholich, M. u.a.: Positionen und Empfehlungen zur Durchsetzung eines schnelligkeits- und geschwindigkeitsorientierten Aufbautrainings aus der Sicht der Ausdauersportarten. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 24(1986)8/9, 213-230

Schröder, W.: Merkmale eines spezifischen Krafttrainings. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 18(1969)11, 992-1001

Schröder, W.: Die Erscheinungsformen der Kraft und ihre Ausbildung. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 18(1969)12, 1076-1085

Schröder, W.; Harre, D.; Bauersfeld, M.: Grundlagen und Methoden des Krafttrainings. In: Harre, D. u.a.: Trainingslehre. Sportverlag, Berlin 1986

Schuster, G.; Neumann, G.; Buhl, H.: Kreatinin- und Kreatinveränderungen im Blut bei körperlicher Belastung. Medizin und Sport, Berlin 19(1979)8, 235-239

Schwanitz, P.: Biomechanische Untersuchungen ruderspezifischer Bewegungsstrukturen in den die Prognose einschließenden Belastungsbereichen des speziellen Trainings - ein Beitrag zur Erhöhung der interdisziplinären Anwendungsorientiertheit biomechanischer Erkenntnisse in der Sportwissenschaft der DDR. Diss. B, Berlin, Humboldt-Universität 1987

Schwanitz, P.: Ruderspezifische Systembetrachtung und Analyse der Veränderungen rudertechnischer Parameter von männlichen Riemenruderern in drei Geschwindigkeitsstufen. Diss. A, Berlin, Humboldt-Universität 1975

Senger, H.: Die Wirkung von Laktat auf das funktionelle Verhalten von Skelettmuskelmitochondrien der Ratte. Medizin und Sport, Berlin 15(1975)3, 78-82

Senger, H.; Donath, R.: Zur Regulation der oxydativen Substratverwertung im Muskel bei erhöhtem ATP-Umsatz. Medizin und Sport, Berlin 17(1977)12, 391-401

Shukow, J.K.: Die periphere Organisation des neuromuskulären Apparats. In: Autorengemeinschaft: Sportphysiologie. Volk und Gesundheit, Berlin 1974

Simkin, N.W.: Die qualitativen Seiten der Motorik. In: Autorengemeinschaft: Sportphysiologie. Volk und Gesundheit, Berlin 1974

Singer, R.N.: Motorisches Lernen und menschliche Leistung. Limpert, Bad Homburg 1985

Stache, H.-J.; Uhlemann, S.: Untersuchungen zur Ermittlung gesicherter Orientierungskennziffern für die anforderungsgerechte Vervollkommnung der Maximalkraft-Fähigkeiten im Leistungstraining von Ruderinnen und Ruderern. Diplomarbeit, Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin 1982

Stammnitz R.: Untersuchungen über den Zusammenhang von Zusatzlast und Wiederholungszahl beim Kraftausdauerstest der Armzugmuskulatur von Rudersportlern. Diplomarbeit, Berlin, Humboldt-Universität 1987

- Starischka, S.:** Überlegungen zur Leistungsdiagnostik aus sportwissenschaftlicher Sicht. Leistungssport, Berlin 11(1981)5, 340-349
- Stoboy, H.:** Das Muskeltraining und seine Bedeutung für den atrophierten und normalen Muskel. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, Köln 38(1987)9, 377-387
- Stoboy, H.:** Neuromuskuläre Funktion und körperliche Leistung. In: Hollmann, W. u.a.: Zentrale Themen der Sportmedizin. Springer; Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1986
- Stoboy, H.:** Physiologische Grundlagen der Erregbarkeit des Muskels. In: Groher, W.; Noack, W. u.a.: Sportliche Belastungsfähigkeit des Haltungs- und Bewegungsapparates. Thieme; Stuttgart, New York 1982
- Stoboy, H.:** Neuromuskuläre Funktion und körperliche Leistung. In: Hollmann, W.: Zentrale Themen der Sportmedizin. Springer; Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1977
- Strass, D.; Schenk, W.:** Schnellkraftniveau und neuromuskuläre Aktivität der Arm-Schulter-Muskulatur bei Sprintschwimmern. Leistungssport, Münster 20(1990)6, 32-37
- Strata, P.:** Das Kleinhirn. In: Gauer, O.H.; Kramer, K.; Jung, R. u.a.: Sensomotorik. Urban & Schwarzenberg; München, Berlin, Wien 1976
- Stull, G.; Clarke, D.:** Patterns of recovery following isometric and isotonic strength decrement. Med. and Science in Sports (1971)3, 135-139
- Sust, M.:** Biomechanische Aspekte der Definition von Maximal- und Schnellkraft. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 27(1978)10, 763-768
- Sust, M.; Weiß, T.:** Zur Objektivierung der Schnellkraft. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 36(1987)1, 28-43
- Thieß, G.:** Zum Gegenstand der Allgemeinen Theorie und Methodik des Trainings. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 36(1987)6, 407-409
- Thieß, G.:** Zur Integration und Differenzierung bei der Herausbildung der "Allgemeinen Trainingslehre". Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 21(1972)10, 885-887
- Thieß, G.; Blume, D.-D.:** Grundfragen der Theorie und Methodik des Tests in der Sportmethodik. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 34(1985)9, 667-678
- Thieß, G.; Schnabel, G. u.a.:** Grundbegriffe des Trainings. Sportverlag, Berlin 1986
- Thorhauer, H.-A.; Gutewort, W.:** Zum Beitrag der Biomechanik sportlicher Bewegungen für die komplexe Leistungsdiagnostik. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 16(1978)Bh6, 6-16
- Tidow, G.:** Lösungsansätze zur Optimierung des Schnellkrafttrainings auf der Basis muskelbiotischer Befunde. Vortrag auf dem 2. dvs-Symposium „Trainingswissenschaft“ am 18.11.1993 in Stuttgart, In: Brack, R.; Hohmann, A.; Wieland, H.: Trainingssteuerung - Konzeptionelle und trainingsmethodische Aspekte. Stuttgart 1994, 219-225
- Tidow, G.; Wiemann K.:** Zur Interpretation und Veränderbarkeit von Kraft-Zeit-Kurven bei explosiv-ballistischen Krafteinsätzen. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 44(1993)3, 92-103(Teil I); 4, 136-150(Teil II)
- Tihany, J.:** Die physiologischen und mechanischen Grundprinzipien des Krafttrainings. Leistungssport, Münster 17(1987)2, 38-44
- Tihany, J.:** Prinzipien individualisierter Trainingskontrolle auf der Basis der Muskelfaserzusammensetzung und mechanischer Parameter. Leistungssport, Münster 19(1989)2, 41-45
- Tittel, K.; Wutscherk, H.:** Sportanthropometrie. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1972

Tschiene, P.: Moderne Tendenzen im Krafttraining des Hochleistungssports. Leistungssport, Frankfurt/Main 5(1975)Bh, 5-53

Ulmer, H.-J.: Einführung in die Forschungsmethoden der Sportphysiologie. In: Autorengemeinschaft: Trainingswissenschaft 1. - Einführung in die Forschungsmethoden. Limpert, Bad Homburg 1982

Verchosanskij, J.W. u.a.: Einige Prinzipien zum Jahrestrainingsaufbau in den Schnellkraftsportarten. In: Ausgewählte sportwissenschaftliche Publikationen des Auslandes zu Problemen des Krafttrainings. ZfW, Leipzig 1983

Verchosanskij, J.W.: Zur Einschätzung der Schnellkraftfähigkeiten von Sportlern. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 20(1979)5., 134-143

Verchosanskij, J.W.: Grundlagen des speziellen Krafttrainings. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 20(1971)Bh3, 1-112

Voß, G.; Krause, T.: Zu den Beziehungen zwischen elementaren Bewegungsprogrammen als ein Ausdruck der Schnelligkeit und grundlegenden neuromuskulären Voraussetzungen. Leistungssport, Münster 21(1991)1, 24-28

Wasmund-Bodenstedt, U.: Einführung in die Methodologie der Trainingswissenschaft. In: Autorengemeinschaft: Trainingswissenschaft 1. - Einführung in Forschungsmethoden. Limpert, Bad Homburg 1982

Weineck, J.: Sportbiologie. Perimed, Erlangen 1990a

Weineck, J.: Optimales Training. Perimed, Erlangen 1990b

Werchoschanski, J.V.: Effektiv Trainieren. Sportverlag, Berlin 1988

Werchoschanski, J.V.; Tatjan, W.W.: Komponenten und Struktur der Explosivkraft des Menschen. Leistungssport, Frankfurt/Main 5(1975)1, 25-31

Willimczik, K.: Interdisziplinäre Sportwissenschaft - Forderung an ein erstarrtes Konzept. Sportwissenschaft, Schorndorf 15(1985)1, 9-32

Willimczik, K.: Die biomechanische Betrachtungsweise. In: Willimczik, K.; Roth, K.: Bewegungslehre. Rowohlt, Reinbek 1983

Witt, M.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Auswirkungen des Trainings mit mittleren bis maximalen Hantelmassen auf einfache azyklische Beinstreckung (Autorreferat). Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 25(1987)4, 130-140

Wittekopf, G.; Beyer, L.: Neurophysiologische Aspekte des motorischen Lernens. Medizin und Sport, Berlin 27(1987)8, 227-229

Wittekopf, G.; Rühl, H.: Beispiele oberflächenmyografischer Untersuchungen zur Beurteilung der muskulären Koordination sportlicher Bewegungsabläufe. Medizin und Sport, Berlin 24(1984)8, 229-232

Wittekopf, G.; Marhold, G.; Pieper, K.-S.: Biologische und biomechanische Grundlagen der trainingsmethodischen Kategorie "Kraftfähigkeiten" und Methoden ihrer Objektivierung. Medizin und Sport, Berlin 21(1981)8, 225-231

Wittekopf, G.; Schier, G.: Einsatz und Aussagemöglichkeiten der Elektromyographie als quantitatives Untersuchungsverfahren. Theorie und Praxis Leistungssport, Berlin 14(1976)1, 93-106

Worobjow, W.J.: Energetik und Mechanochemie der Muskelkontraktion. In: Autorengemeinschaft: Sportphysiologie. Volk und Gesundheit, Berlin 1974

Wysotschin, J.W.: Die Polymyografie - eine Methode zur Untersuchung des Funktionszustands des neuromuskulären Systems bei Sportlern. Medizin und Sport, Berlin 19(1979)12, 361-364

Zaciorskij, V.M.; Volkov, N.G.; Kulik, N.G.: (Theorie und Praxis der Körperkultur), Moskau 28(1965)2, S.21-23, zitiert bei Saziorski/Aljeschinski/Jakunin 1987

Zaciorskij, V.M./Kulik, N.G./Smirnov, J.I.: Die Wechselbeziehungen zwischen den körperlichen Eigenschaften. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 19(1970)2, 141-157

Zaciorskij, V.M.: Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers. Theorie und Praxis der Körperkultur, Berlin 20(1971)Bh2

Zintl, F.: Biologische Grundlagen zum Training von Kraft-, Schnellkraft- und Schnelligkeitsleistungen in der Leichtathletik. Leichtathletik, Köln 40(1989)19, 591-594(Teil 1); 20, 621-625(Teil 2)

Zintl, F.: Ausdauertraining. BLV Verlagsgesellschaft; München, Wien, Zürich 1988

Zintl, F.; Held, F.: Struktur und Sinn eines modernen Krafttrainings. In: Steinacker, J. u.a.: Rudern. Springer; Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo 1988

Zumpe, G.: Angewandte Mechanik. Band 1 Akademie-Verlag, Berlin 1975

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt zu haben.

Berlin, den

Anhang

Inhaltsverzeichnis:	Seite
1. Mittel- und Streuungswerte der Schnellkraft-/Schnellkraftausdauerdiagnostik der Armzugmuskulatur von Dez. 1989 sowie der Maximalkraftfähigkeit, anthropometrischer Daten und der Plazierung im Ergometerwettkampf - SKT 12_89 (n=18)	206
2. Korrelationsmatrix der Parameter der Schnellkraft-/Schnellkraftausdauerdiagnostik von Dez. 1989 sowie der Maximalkraftfähigkeit, anthropometrischer Daten und der Plazierung im Ergometerwettkampf - SKT 12_89 (n=18)	207
3. Mittel- und Streuungswerte im Längsschnittvergleiches der Schnellkraft-/Schnellkraftausdauerdiagnostik von Dez. 1989 (SKT12_89, n=8) und Mai 1990 (SKT5_90, n=8)	218

SKT12_89:

Variable	Mean	Std Dev	N
MKLA	72,64	4,41	18
ZL_KG	43,58	2,65	18
OAL	33,17	1,20	18
UAL	25,78	0,96	18
HL	10,83	0,42	18
FL	10,69	0,46	18
ARML	80,47	2,17	18
T_BMAX1	0,10	0,02	18
T_VMAX1	0,33	0,03	18
T_GES1	0,42	0,02	18
V_BMAX1	0,87	0,11	18
V_MAX1	1,48	0,10	18
V_MIT1	1,10	0,06	18
B_MAX1	8,75	1,58	18
B_VMAX1	4,50	0,49	18
B_DIEF1	2,67	0,36	18
FB_MAX1	380,73	65,42	18
FB_VMAX1	196,56	26,64	18
FB_DIFF1	116,48	17,58	18
FGR1FBMA	4017,30	1936,53	18
FGR1FBVM	600,36	122,93	18
FGR1FBDI	520,24	122,64	18
FGES1BMA	816,56	74,02	18
EGES1VMA	632,39	47,70	18
FGES1DIF	552,32	38,76	18
I_BMAX1	38,08	5,65	18
I_VMAX1	64,74	6,23	18
I_DIFF1	26,65	5,33	18
I_VMIT1	48,05	3,94	18
PB_MAX1	332,02	67,52	18
PB_VMAX1	293,28	51,39	18
PB_DIFF1	72,39	21,53	18
PGES1BMA	712,86	113,10	18
PGES1VMA	940,66	110,01	18
PGES1DIF	338,92	74,14	18
T_BMAX	0,15	0,02	18
T_VMAX	0,42	0,05	18
T_GES	0,60	0,05	18
V_BMAX	0,68	0,08	18
V_MAX	1,04	0,12	18
V_MIT	0,78	0,07	18
B_MAX	4,74	0,76	18
B_VMAX	2,56	0,54	18
B_DIFF	1,46	0,55	18
FB_MAX	200,56	32,39	18
FB_VMAX	111,55	24,28	18
FB_DIFF	60,39	18,69	18
FGR_FBMA	1513,05	378,03	18
FGR_FBVM	281,23	91,89	18
FGR_FBDI	246,86	112,93	18
FGES_BMA	641,95	47,66	18
FGES_VMA	547,39	39,53	18
FGES_DIF	496,22	35,11	18
I_BMAX	29,65	3,68	18
I_VMAX	45,36	5,77	18
I_DIFF	15,70	3,42	18
I_VMIT	33,86	3,56	18
PB_MAX	143,56	34,62	18
PB_VMAX	120,08	37,78	18
PB_DIFF	23,89	10,81	18
PGES_BMA	440,10	68,62	18
PGES_VMA	573,70	93,56	18
PGES_DIF	180,94	44,29	18
PL_ERG_W	35,44	19,01	16

Korrelationsmatrix SKT12_89:

	MKLA	ZL_KG	OAL	UAL	HL	FL
MKLA	1,0000	1,0000**	0,0370	0,2860	0,2909	0,2041
ZL_KG	1,0000**	1,0000	0,0370	0,2860	0,2909	0,2041
OAL	0,0370	0,0370	1,0000	0,3920	0,1750	0,2317
UAL	0,2860	0,2860	0,3920	1,0000	0,0487	0,6066
HL	0,2909	0,2909	0,1750	0,0487	1,0000	0,1019
FL	0,2041	0,2041	0,2317	0,6066**	0,1019	1,0000
ARML	0,2467	0,2467	0,8107**	0,7976**	0,3341	0,6282
T_BMAX1	0,2642	0,2642	-0,0569	-0,0037	0,1627	0,0153
T_VMAX1	-0,1209	0,1209	0,3685	-0,0081	-0,1109	-0,3853
T_GES1	-0,0894	0,0894	0,0338	-0,0188	0,0965	-0,2016
V_BMAX1	0,2641	0,2641	-0,3205	0,0342	0,0486	0,1423
V_MAX1	0,1667	0,1667	0,3062	0,2357	-0,1755	0,0522
V_MIT1	0,0836	0,0836	-0,0654	0,0089	-0,1202	0,2010
B_MAX1	-0,2124	0,2124	-0,1447	-0,0980	-0,1987	0,0427
B_VMAX1	0,2049	0,2049	-0,1015	0,1386	-0,0314	0,3064
B_DIFF1	0,1345	0,1345	0,4201	0,2626	-0,0845	0,2151
FB_MAX1	0,1440	0,1440	-0,1445	0,0176	-0,1098	0,1176
FB_VMAX1	0,6131**	0,6131**	-0,0725	0,2395	0,1066	0,3321
FB_DIFF1	0,5293*	0,5293*	0,3817	0,3594	0,0498	0,2781
FGR1FBMA	-0,1806	0,1806	-0,0326	-0,1425	-0,1843	-0,0134
FGR1FBVM	0,4704*	0,4704*	-0,2061	0,1526	0,1046	0,3573
FGR1FBDI	0,5035*	0,5035*	0,0163	0,2087	0,1298	0,3483
FGES1BMA	0,4848*	0,4848*	-0,1144	0,1179	0,0070	0,1769
FGES1VMA	0,8974**	0,8974**	-0,0199	0,2925	0,2210	0,2988
FGES1DIF	0,9230**	0,9230**	0,1984	0,3583	0,2213	0,2655
I_BMAX1	0,6137**	0,6137**	-0,2504	0,1283	0,1559	0,1886
I_VMAX1	0,7464**	0,7464**	0,2293	0,3430	0,0642	0,1630
I_DIFF1	0,2226	0,2226	0,5331*	0,2651	-0,0903	-0,0092
I_VMIT1	0,7967**	0,7967**	-0,0112	0,2298	0,1425	0,2775
PB_MAX1	0,3189	0,3189	-0,3259	0,0739	-0,0333	0,1984
PB_VMAX1	0,5346*	0,5346*	0,0328	0,2623	0,0114	0,2717
PB_DIFF1	0,1756	0,1756	0,5226*	0,2628	-0,1049	0,0737
PGES1BMA	0,4969*	0,4969*	-0,3196	0,1081	0,0580	0,2126
PGES1VMA	0,6725**	0,6725**	0,1452	0,3168	0,0417	0,2192
PGES1DIF	0,2108	0,2108	0,5351*	0,2669	-0,0953	0,0147
T_BMAX	0,0841	0,0841	-0,3247	-0,1761	-0,1205	0,0405
T_VMAX	0,1369	0,1369	0,4159	0,2467	0,0918	0,2931
T_GES	0,0397	0,0397	0,3135	0,1868	0,1976	0,2094
V_BMAX	-0,0774	-0,0774	-0,5212*	-0,2944	-0,0871	-0,2097
V_MAX	-0,0442	-0,0442	-0,2823	-0,1519	-0,1717	-0,2532
V_MIT	-0,0427	-0,0427	-0,3391	-0,1676	-0,2226	-0,2077
B_MAX	-0,1524	-0,1524	-0,1847	-0,0284	-0,0177	-0,1884
B_VMAX	-0,0771	-0,0771	-0,4022	-0,1771	-0,0835	-0,2741
B_DIFF	-0,0089	-0,0089	-0,1464	-0,1125	-0,3324	-0,3806
FB_MAX	0,0335	0,0335	-0,2415	-0,0658	0,0061	-0,0529
FB_VMAX	0,2122	0,2122	-0,3994	-0,0925	-0,0179	-0,2116
FB_DIFF	0,1850	0,1850	-0,3290	-0,0420	-0,0738	-0,2302
FGR_FBMA	0,0925	0,0925	-0,0324	0,1300	0,1031	-0,1168
FGR_FBVM	0,1146	0,1146	-0,4392	-0,1181	0,0075	-0,2190
FGR_FBDI	0,1304	0,1304	-0,4795*	-0,1152	-0,0026	-0,2172
FGES_BMA	0,7142**	0,7142**	-0,1093	0,2072	0,2147	0,0251
FGES_VMA	0,7999**	0,7999**	-0,2205	0,1347	0,1838	0,0067
FGES_DIF	0,8523**	0,8523**	-0,1472	0,1933	0,1801	0,0313
I_BMAX	0,4014	0,4014	-0,4667	-0,1140	0,0305	-0,1000
I_VMAX	0,4436	0,4436	-0,2373	0,0123	-0,0194	-0,1325
I_DIFF	0,3142	0,3142	0,1006	0,1430	-0,0678	-0,1162
I_VMIT	0,5457*	0,5457*	-0,2655	0,0277	-0,0154	-0,0720
PB_MAX	0,1281	0,1281	-0,3487	-0,0568	0,0001	-0,1780
PB_VMAX	0,1605	0,1605	-0,3797	-0,0875	-0,0612	-0,2345
PB_DIFF	0,1814	0,1814	-0,1871	0,0125	-0,1408	-0,2458
PGES_BMA	0,2802	0,2802	-0,4264	-0,0897	0,0163	-0,1435
PGES_VMA	0,3385	0,3385	-0,2998	-0,0278	-0,0368	-0,1765
PGES_DIF	0,2873	0,2873	0,0321	0,1137	-0,0869	-0,1499
PL_ERG_W	-0,4759	-0,4759	0,0510	-0,3170	-0,5777*	-0,0972

	ARML	T_BMAX1	T_VMAX1	T_GES1	V_BMAX1	V_MAX1
MKLA	0,2467	0,2642	-0,1209	-0,0894	0,2641	0,1667
ZL_KG	0,2467	0,2642	-0,1209	-0,0894	0,2641	0,1667
OAL	0,8107**	-0,0569	0,3685	0,0338	-0,3205	0,3062
UAL	0,7976**	-0,0037	-0,0081	-0,0188	0,0342	0,2357
HL	0,3341	0,1627	-0,1109	0,0965	0,0486	-0,1755
FL	0,6282**	0,0153	-0,3853	-0,2016	0,1423	0,0522
ARML	1,0000	0,0016	0,0977	-0,0135	-0,1230	0,2510
T_BMAX1	0,0016	1,0000	-0,0832	0,2996	0,6178**	-0,2430
T_VMAX1	0,0977	-0,0832	1,0000	0,5832*	-0,5629*	-0,1351
T_GES1	-0,0135	0,2996	0,5832*	1,0000	-0,3357	-0,6896**
V_BMAX1	-0,1230	0,6178**	-0,5629*	-0,3357	1,0000	0,2832
V_MAX1	0,2510	-0,2430	-0,1351	-0,6896**	0,2832	1,0000
V_MIT1	-0,0131	-0,3400	-0,6001**	-0,9963**	0,3009	0,6597**
B_MAX1	-0,1531	-0,8154**	-0,3688	-0,6848**	-0,1250	0,4786*
B_VMAX1	0,0638	-0,0829	-0,8146**	-0,8269**	0,5841*	0,6802**
B_DIFF1	0,3782	-0,3531	-0,3046	-0,6359**	-0,0977	0,7362**
FB_MAX1	-0,0687	-0,7242**	-0,4289	-0,7323**	-0,0091	0,5547*
FB_VMAX1	0,1568	0,0630	-0,7156**	-0,7035**	0,6030**	0,6151**
FB_DIFF1	0,4392	-0,1871	-0,3123	-0,5918**	0,0377	0,7074**
FGR1FBMA	-0,1197	-0,8777**	-0,2158	-0,5492*	-0,4104	0,3404
FGR1FBVM	0,0492	0,0849	-0,8729**	-0,6925**	0,6411**	0,4573
FGR1FBDI	0,2002	0,3160	-0,7523**	-0,5602*	0,5637*	0,4254
FGES1BMA	0,0275	-0,5456*	-0,4224	-0,6791**	0,0864	0,5499*
FGES1VMA	0,2245	0,1818	-0,4668	-0,4425	0,4833*	0,4360
FGES1DIF	0,3676	0,0956	-0,2242	-0,3294	0,1974	0,4346
I_BMAX1	-0,0119	0,5957**	-0,5283*	-0,3256	0,9223**	0,3066
I_VMAX1	0,3258	0,0077	-0,1692	-0,5236*	0,3649	0,7803**
I_DIFF1	0,3933	-0,6221**	0,3619	-0,2673	-0,5505*	0,5875*
I_VMIT1	0,1818	0,0001	-0,4627	-0,6706**	0,3928	0,5266**
PB_MAX1	-0,1125	-0,1694	-0,6816**	-0,7439**	0,6329**	0,5911**
PB_VMAX1	0,1940	-0,0379	-0,5935**	-0,7565**	0,5499*	0,7871**
PB_DIFF1	0,4012	-0,6035**	0,1174	-0,4446	-0,4476	0,6718**
PGES1BMA	-0,0731	0,1964	-0,6707**	-0,6068**	0,8385**	0,5060*
PGES1VMA	0,2752	-0,0133	-0,3731	-0,6499**	0,4636	0,8097**
PGES1DIF	0,3994	-0,6225**	0,2943	-0,3211	-0,5258*	0,6173**
T_BMAX	-0,2727	0,1393	-0,0040	0,2977	-0,2770	-0,6753**
T_VMAX	0,4195	0,0655	0,2731	0,4695*	-0,4554	-0,3322
T_GES	0,3391	-0,1227	0,2322	0,6003**	-0,5670*	-0,4177
V_BMAX	-0,4804*	0,1899	-0,2881	-0,3994	0,5667*	0,0807
V_MAX	-0,3106	-0,0261	-0,2422	-0,5436*	0,4628	0,4366
V_MIT	-0,3493	0,1440	-0,2295	-0,5626*	0,5739*	0,3922
B_MAX	-0,1582	0,0173	-0,1636	-0,4028	0,5835*	0,5034*
B_VMAX	-0,3755	-0,0386	-0,2931	-0,5377*	0,4897*	0,3773
B_DIFF	-0,2759	-0,0520	0,0271	-0,3981	0,3109	0,5230*
FB_MAX	-0,1730	0,2330	-0,2935	-0,4691*	0,7279**	0,4485
FB_VMAX	-0,3106	0,0365	-0,3463	-0,5543*	0,5645*	0,4212
FB_DIFF	-0,2640	-0,0687	-0,3019	0,5387*	0,4143	0,4610
FGR_FBMA	0,0348	0,0101	-0,1151	-0,3134	0,5386*	0,5775*
FGR_FBVM	-0,3406	0,0137	-0,3565	-0,5319*	0,5355*	0,3595
FGR_FBDI	-0,3632	-0,0214	-0,3696	-0,5149*	0,4358	0,2970
FGES_BMA	0,0780	0,2242	-0,2259	-0,3589	0,6270**	0,4934*
FGES_VMA	-0,0255	0,1993	-0,2936	-0,4002	0,5235*	0,3703
FGES_DIF	0,0455	0,1626	-0,2519	-0,3541	0,4195	0,3710
I_BMAX	-0,3243	0,2883	-0,3360	-0,4092	0,6512**	0,1751
I_VMAX	-0,1579	0,0917	-0,2773	-0,5259*	0,5373*	0,4770*
I_DIFF	0,0813	-0,1558	-0,1068	-0,4471	0,2059	0,6159**
I_VMIT	-0,1531	0,2644	-0,2751	-0,5255*	0,6326**	0,4383
PB_MAX	-0,2561	0,1374	-0,2757	-0,4627	0,6836**	0,4184
PB_VMAX	-0,3107	0,0263	-0,3110	-0,5442*	0,5391*	0,4269
PB_DIFF	-0,1775	-0,1180	-0,2042	-0,5034*	0,3183	0,5346*
PGES_BMA	-0,3033	0,2241	-0,3192	-0,4529	0,6944**	0,3051
PGES_VMA	-0,2229	0,0672	-0,2965	-0,5442*	0,5492*	0,4667
PGES_DIF	0,0196	-0,1494	-0,1324	-0,4686*	0,2368	0,6069**
PL_ERG_W	-0,2427	-0,1139	0,3999	0,2867	-0,5539*	-0,3032

	V_MIT1	B_MAX1	B_VMAX1	B_DIFF1	FB_MAX1	FB_VMAX1
MKLA	0,0836	-0,2124	0,2049	0,1345	0,1440	0,6131**
ZL_KG	0,0836	-0,2124	0,2049	0,1345	0,1440	0,6131**
OAL	-0,0654	-0,1447	-0,1015	0,4201	-0,1445	-0,0725
UAL	0,0089	-0,0980	0,1386	0,2626	0,0176	0,2395
HL	-0,1202	-0,1987	-0,0314	-0,0845	-0,1098	0,1066
FL	0,2010	0,0427	0,3064	0,2151	0,1176	0,3321
ARML	-0,0131	-0,1531	0,0638	0,3782	-0,0687	0,1568
T_BMAX1	-0,3400	-0,8154**	-0,0829	-0,3531	-0,7242**	0,0630
T_VMAX1	-0,6001**	-0,3688	-0,8146**	-0,3046	-0,4289	-0,7156**
T_GES1	-0,9963**	-0,6848**	-0,8269**	-0,6359**	-0,7323**	-0,7035**
V_BMAX1	0,3009	-0,1250	0,5841*	-0,0977	-0,0091	0,6030**
V_MAX1	0,6597**	0,4786*	0,6802**	0,7362**	0,5547*	0,6151**
V_MIT1	1,0000	0,7183**	0,8252**	0,6370**	0,7633**	0,6994**
B_MAX1	0,7183**	1,0000	0,5521*	0,4720*	0,9353**	0,3397
B_VMAX1	0,8252**	0,5521*	1,0000	0,6471**	0,6476**	0,8979**
B_DIFF1	0,6370**	0,4720*	0,6471**	1,0000	0,5236*	0,5674*
FB_MAX1	0,7633**	0,9353**	0,6476**	0,5236*	1,0000	0,5773*
FB_VMAX1	0,6994**	0,3397	0,8979**	0,5674*	0,5773*	1,0000
FB_DIFF1	0,5891*	0,3132	0,6443**	0,9112**	0,5057*	0,7448**
FGR1FBMA	0,5939**	0,9352**	0,3580	0,5123*	0,8701**	0,1917
FGR1FBVM	0,6994**	0,3642	0,9235**	0,4818*	0,5520*	0,9601**
FGR1FBDI	0,5563*	0,0697	0,8101**	0,6037**	0,2599	0,8810**
FGES1BMA	0,7045**	0,7507**	0,6457**	0,5109*	0,9353**	0,7295**
FGES1VMA	0,4370	0,0719	0,6152**	0,3915	0,4024	0,8988**
FGES1DIF	0,3242	-0,0030	0,4321	0,5051*	0,3277	0,7565**
I_BMAX1	0,2965	-0,1663	0,5802*	-0,0084	0,0707	0,7546**
I_VMAX1	0,4992*	0,1854	0,5898**	0,5775*	0,4633	0,8050**
I_DIFF1	0,2697	0,3931	0,0747	0,6839**	0,4670	0,1416
I_VMIT1	0,6680**	0,2694	0,6612**	0,4854*	0,5636*	0,8888**
PB_MAX1	0,7473**	0,6219**	0,8600**	0,3135	0,7615**	0,8398**
PB_VMAX1	0,7461**	0,4199	0,9067**	0,6669**	0,6311**	0,9696**
PB_DIFF1	0,4496	0,4951*	0,3004	0,8590**	0,5551*	0,3021
PGES1BMA	0,5943**	0,2882	0,8032**	0,1830	0,4899*	0,8783**
PGES1VMA	0,6313**	0,3012	0,7576**	0,6386**	0,5572*	0,9089**
PGES1DIF	0,3242	0,4263	0,1409	0,7411**	0,4967*	0,1894
T_BMAX	-0,2493	-0,2507	-0,3829	-0,3196	-0,2361	-0,2679
T_VMAX	-0,4557	-0,2791	-0,4094	0,0043	-0,2618	-0,2908
T_GES	-0,5727*	-0,2043	-0,4175	-0,0146	-0,2176	-0,3308
V_BMAX	0,3812	0,1180	0,2626	-0,2888	0,1187	0,1980
V_MAX	0,5295*	0,3287	0,4365	0,0849	0,3420	0,3427
V_MIT	0,5391*	0,1774	0,4054	-0,0035	0,1904	0,3214
B_MAX	0,3636	0,2696	0,4152	-0,0282	0,2448	0,2774
B_VMAX	0,5260*	0,3085	0,4476	0,0343	0,3123	0,3453
B_DIFF	0,3921	0,2413	0,3035	0,1635	0,2578	0,2489
FB_MAX	0,4372	0,1177	0,4942*	-0,0291	0,1479	0,4252
FB_VMAX	0,5428*	0,2528	0,5180*	0,0832	0,3603	0,5313*
FB_DIFF	0,5391*	0,3114	0,5073*	0,2245	0,4038	0,5038*
FGR_FBMA	0,2729	0,2280	0,4251	0,0753	0,2850	0,3880
FGR_FBVM	0,5233*	0,2536	0,4909*	0,0501	0,3252	0,4682
FGR_FBDI	0,5173*	0,2579	0,4608	0,0958	0,3308	0,4477
FGES_BMA	0,3278	0,0245	0,4709*	0,1000	0,3005	0,7073**
FGES_VMA	0,3893	0,0130	0,4553	0,1411	0,3177	0,7368**
FGES_DIF	0,3499	0,0056	0,4244	0,2209	0,3234	0,7303**
I_BMAX	0,3915	0,0205	0,3633	-0,1766	0,1918	0,4927*
I_VMAX	0,5114*	0,2035	0,4948*	0,1463	0,3886	0,6074**
I_DIFF	0,4417	0,3217	0,4440	0,4365	0,4489	0,4937*
I_VMIT	0,5027*	0,0352	0,4752*	0,0956	0,2545	0,6391**
PB_MAX	0,4317	0,1943	0,4571	-0,0816	0,2733	0,4429
PB_VMAX	0,5330*	0,2674	0,4923*	0,0834	0,3560	0,4851*
PB_DIFF	0,5009*	0,3306	0,4714*	0,3114	0,4198	0,4664
PGES_BMA	0,4277	0,1089	0,4254	-0,1361	0,2408	0,4878*
PGES_VMA	0,5307*	0,2335	0,5040*	0,1239	0,3835	0,5706*
PGES_DIF	0,4639	0,3296	0,4585	0,4137	0,4498	0,4957*
PL_ERG_W	-0,2629	-0,1159	-0,4794	-0,0302	-0,2900	-0,6220*

	FB_DIFF1	FGR1FBMA	FGR1FBVM	FGR1FBDI	FGES1BMA	FGES1VMA
MKLA	0,5293*	-0,1806	0,4704*	0,5035*	0,4848*	0,8974**
ZL_KG	0,5293*	-0,1806	0,4704*	0,5035*	0,4848*	0,8974**
OAL	0,3817	-0,0326	-0,2061	0,0163	-0,1144	-0,0199
UAL	0,3594	-0,1425	0,1526	0,2087	0,1179	0,2925
HL	0,0498	-0,1843	0,1046	0,1298	0,0070	0,2210
FL	0,2781	-0,0134	0,3573	0,3483	0,1769	0,2988
ARML	0,4392	-0,1197	0,0492	0,2002	0,0275	0,2245
T_BMAX1	-0,1871	-0,8777**	0,0849	0,3160	-0,5456*	0,1818
T_VMAX1	-0,3123	-0,2158	-0,8729**	-0,7523**	-0,4224	-0,4668
T_GES1	-0,5918**	-0,5492*	-0,6925**	-0,5602*	-0,6791**	-0,4425
V_BMAX1	0,0377	-0,4104	0,6411**	0,5637*	0,0864	0,4833*
V_MAX1	0,7074**	0,3404	0,4573	0,4254	0,5499*	0,4360
V_MIT1	0,5891*	0,5939**	0,6994**	0,5563*	0,7045**	0,4370
B_MAX1	0,3132	0,9352**	0,3642	0,0697	0,7507**	0,0719
B_VMAX1	0,6443**	0,3580	0,9235**	0,8101**	0,6457**	0,6152**
B_DIFF1	0,9112**	0,5123*	0,4818*	0,6037**	0,5109*	0,3915
FB_MAX1	0,5057*	0,8701**	0,5520*	0,2599	0,9353**	0,4024
FB_VMAX1	0,7448**	0,1917	0,9601**	0,8810**	0,7295**	0,8988**
FB_DIFF1	1,0000	0,3549	0,6113**	0,7291**	0,6362**	0,7097**
FGR1FBMA	0,3549	1,0000	0,1999	-0,0107	0,7044**	0,0068
FGR1FBVM	0,6113**	0,1999	1,0000	0,8936**	0,6561**	0,7973**
FGR1FBDI	0,7291**	-0,0107	0,8936**	1,0000	0,4098	0,7715**
FGES1BMA	0,6362**	0,7044**	0,6561**	0,4098	1,0000	0,6765**
FGES1VMA	0,7097**	0,0068	0,7973**	0,7715**	0,6765**	1,0000
FGES1DIF	0,8150**	0,0376	0,5985**	0,6745**	0,6197**	0,9348**
I_BMAX1	0,2564	-0,3874	0,7327**	0,6786**	0,2819	0,7621**
I_VMAX1	0,8094**	0,1096	0,6084**	0,6066**	0,6764**	0,8638**
I_DIFF1	0,6746**	0,5387*	-0,0650	-0,0098	0,4924*	0,2027
I_VMIT1	0,7515**	0,2118	0,7841**	0,7214**	0,7830**	0,9386**
PB_MAX1	0,4067	0,3820	0,8428**	0,5544*	0,7870**	0,6460**
PB_VMAX1	0,7986**	0,2633	0,8893**	0,8127**	0,7489**	0,8382**
PB_DIFF1	0,8053**	0,6207**	0,1352	0,2079	0,5534*	0,2662
PGES1BMA	0,3709	0,0346	0,8691**	0,6699**	0,6107**	0,7663**
PGES1VMA	0,8315**	0,1850	0,7600**	0,7232**	0,7330**	0,8808**
PGES1DIF	0,7187**	0,5674*	-0,0076	0,0532	0,5144*	0,2227
T_BMAX	-0,2471	-0,0574	-0,1698	-0,0937	-0,1785	-0,1029
T_VMAX	0,0479	-0,0277	-0,3313	-0,1392	-0,1825	-0,0865
T_GES	-0,0101	0,0193	-0,3269	-0,1880	-0,1781	-0,1627
V_BMAX	-0,2660	-0,0999	0,2643	0,0646	0,0772	0,0676
V_MAX	0,0628	0,1294	0,3367	0,1680	0,2865	0,1669
V_MIT	-0,0069	-0,0484	0,3253	0,1935	0,1530	0,1558
B_MAX	-0,0729	-0,0258	0,2608	0,0562	0,1619	0,0704
B_VMAX	0,0095	0,0683	0,3711	0,1839	0,2485	0,1500
B_DIFF	0,1400	0,0970	0,1828	0,0955	0,2247	0,1341
FB_MAX	0,0009	-0,1679	0,4300	0,2685	0,1427	0,2561
FB_VMAX	0,1701	0,0256	0,5202*	0,3424	0,3943	0,4145
FB_DIFF	0,2747	0,1374	0,4789*	0,3450	0,4231	0,3840
FGR_FBMA	0,1134	-0,0293	0,3118	0,1413	0,2849	0,2680
FGR_FBVM	0,1025	0,0178	0,4851*	0,3057	0,3284	0,3251
FGR_FBDI	0,1439	0,0706	0,4709*	0,3192	0,3390	0,3224
FGES_BMA	0,3909	-0,1558	0,5807*	0,4627	0,5210*	0,7914**
FGES_VMA	0,4589	-0,1052	0,6344**	0,5474*	0,5668*	0,8555**
FGES_DIF	0,5452*	-0,0631	0,6095**	0,5632*	0,5907**	0,8809**
I_BMAX	0,0272	-0,1696	0,4868*	0,3180	0,3131	0,4980*
I_VMAX	0,3164	0,0406	0,5327*	0,3925	0,5021*	0,5854*
I_DIFF	0,5033*	0,2511	0,3745	0,3194	0,5091*	0,4501
I_VMIT	0,3188	-0,1359	0,5596*	0,4682	0,4201	0,6598**
PB_MAX	-0,0020	-0,0832	0,4262	0,2136	0,2874	0,3185
PB_VMAX	0,1478	0,0499	0,4715*	0,2985	0,3720	0,3600
PB_DIFF	0,3442	0,1969	0,4045	0,3009	0,4359	0,3611
PGES_BMA	0,0136	-0,1331	0,4762*	0,2784	0,3130	0,4280
PGES_VMA	0,2549	0,0451	0,5190*	0,3626	0,4600	0,5066*
PGES_DIF	0,4733*	0,2423	0,3884	0,3205	0,5003*	0,4363
PL_ERG_W	-0,2340	0,0889	-0,5817*	-0,4057	-0,4200	-0,6297**

	FGES1DIF	I_BMAX1	I_VMAX1	I_DIFF1	I_VMIT1	PB_MAX1
MKLA	0,9230**	0,6137**	0,7464**	0,2226	0,7967**	0,3189
ZL_KG	0,9230**	0,6137**	0,7464**	0,2226	0,7967**	0,3189
OAL	0,1984	-0,2504	0,2293	0,5331*	-0,0112	-0,3259
UAL	0,3583	0,1283	0,3430	0,2651	0,2298	0,0739
HL	0,2213	0,1559	0,0642	-0,0903	0,1425	-0,0333
FL	0,2655	0,1886	0,1630	-0,0092	0,2775	0,1984
ARML	0,3676	-0,0119	0,3258	0,3933	0,1818	-0,1125
T_BMAX1	0,0956	0,5957**	0,0077	-0,6221**	0,0001	-0,1694
T_VMAX1	-0,2242	-0,5283*	-0,1692	0,3619	-0,4627	-0,6816**
T_GES1	-0,3294	-0,3256	-0,5236*	-0,2673	-0,6706**	-0,7439**
V_BMAX1	0,1974	0,9223**	0,3649	-0,5505*	0,3928	0,6329**
V_MAX1	0,4346	0,3066	0,7803**	0,5875*	0,5266*	0,5911**
V_MIT1	0,3242	0,2965	0,4992*	0,2697	0,6680**	0,7473**
B_MAX1	-0,0030	-0,1663	0,1854	0,3931	0,2694	0,6219**
B_VMAX1	0,4321	0,5802*	0,5898**	0,0747	0,6612**	0,8600**
B_DIFF1	0,5051*	-0,0084	0,5775*	0,6839**	0,4854*	0,3135
FB_MAX1	0,3277	0,0707	0,4633	0,4670	0,5636*	0,7615**
FB_VMAX1	0,7565**	0,7546**	0,8050**	0,1416	0,8888**	0,8398**
FB_DIFF1	0,8150**	0,2564	0,8094**	0,6746**	0,7515**	0,4067
FGR1FBMA	0,0376	-0,3874	0,1096	0,5387*	0,2118	0,3820
FGR1FBVM	0,5985**	0,7327**	0,6084**	-0,0650	0,7841**	0,8428**
FGR1FBDI	0,6745**	0,6786**	0,6066**	-0,0098	0,7214**	0,5544*
FGES1BMA	0,6197**	0,2819	0,6764**	0,4924*	0,7830**	0,7870**
FGES1VMA	0,9348**	0,7621**	0,8638**	0,2027	0,9386**	0,6460**
FGES1DIF	1,0000	0,5355*	0,8768**	0,4580	0,8849**	0,4022
I_BMAX1	0,5355*	1,0000	0,6013**	-0,3565	0,6489**	0,6610**
I_VMAX1	0,8768**	0,6013**	1,0000	0,5322*	0,8614**	0,6038**
I_DIFF1	0,4580	-0,3565	0,5322*	1,0000	0,3199	0,0057
I_VMIT1	0,8849**	0,6489**	0,8614**	0,3199	1,0000	0,6960**
PB_MAX1	0,4022	0,6610**	0,6038**	0,0057	0,6960**	1,0000
PB_VMAX1	0,7273**	0,6793**	0,8711**	0,2987	0,8577**	0,8417**
PB_DIFF1	0,4852*	-0,2849	0,5593*	0,9557**	0,3959	0,1257
PGES1BMA	0,5076*	0,8940**	0,6607**	-0,1746	0,7396**	0,9271**
PGES1VMA	0,8364**	0,6579**	0,9733**	0,4410	0,8886**	0,7351**
PGES1DIF	0,4699*	-0,3392	0,5448*	0,9963**	0,3446	0,0404
T_BMAX	-0,0546	-0,1928	-0,4035	-0,2671	-0,0939	-0,3633
T_VMAX	0,1152	-0,3341	-0,1464	0,1828	-0,1861	-0,5115*
T_GES	0,0225	-0,4492	-0,2658	0,1651	-0,3248	-0,5127*
V_BMAX	-0,1735	0,4370	0,0173	-0,4426	0,1820	0,4494
V_MAX	-0,0017	0,3702	0,2752	-0,0705	0,2951	0,5482*
V_MIT	-0,0323	0,4546	0,2468	-0,1930	0,3030	0,5013*
B_MAX	-0,1372	0,4166	0,2509	-0,1481	0,1147	0,5656*
B_VMAX	-0,0484	0,3841	0,2149	-0,1557	0,2715	0,5624
B_DIFF	0,0574	0,2618	0,3515	0,1335	0,2366	0,3948
FB_MAX	0,0233	0,6111**	0,3270	-0,2652	0,3012	0,5867*
FB_VMAX	0,2221	0,5611*	0,4278	-0,0943	0,4979*	0,6586**
FB_DIFF	0,2509	0,4290	0,4340	0,0528	0,4728*	0,5899**
FGR_FBMA	0,1146	0,4747*	0,4530	0,0267	0,2395	0,5794*
FGR_FBVM	0,1248	0,5000*	0,3240	-0,1510	0,4138	0,6163**
FGR_FBDI	0,1543	0,4263	0,2897	-0,1130	0,4205	0,5532*
FGES_BMA	0,6650**	0,7978**	0,7913**	0,0800	0,7373**	0,6674**
FGES_VMA	0,7544**	0,7555**	0,7625**	0,0911	0,8393**	0,6180**
FGES_DIF	0,8294**	0,6910**	0,7937**	0,1959	0,8522**	0,5544*
I_BMAX	0,2865	0,6977**	0,3838	-0,2902	0,5460*	0,5814*
I_VMAX	0,4465	0,6247**	0,6110**	0,0525	0,6476**	0,6529**
I_DIFF	0,4428	0,3025	0,6161**	0,3997	0,5035*	0,4757*
I_VMIT	0,5173*	0,7374**	0,6495**	-0,0218	0,7192**	0,6138**
PB_MAX	0,0866	0,6138**	0,3741	-0,2129	0,3669	0,6613**
PB_VMAX	0,1766	0,5180*	0,3987	-0,0827	0,4523	0,6316**
PB_DIFF	0,2800	0,3465	0,4803*	0,1944	0,4449	0,5310*
PGES_BMA	0,1976	0,6842**	0,3949	-0,2631	0,4781*	0,6456**
PGES_VMA	0,3468	0,5947**	0,5380*	-0,0010	0,5822*	0,6578**
PGES_DIF	0,4109	0,3185	0,5938**	0,3567	0,4981*	0,4975*
PL_ERG_W	-0,4499	-0,6391**	-0,5153*	0,1171	-0,5261*	-0,6149*

	PB_VMAX1	PB_DIFF1	PGES1BMA	PGES1VMA	PGES1DIF	T_BMAX
MKLA	0,5346*	0,1756	0,4969*	0,6725**	0,2108	0,0841
ZL_KG	0,5346*	0,1756	0,4969*	0,6725**	0,2108	0,0841
OAL	0,0328	0,5226*	-0,3196	0,1452	0,5351*	-0,3247
UAL	0,2623	0,2628	0,1081	0,3168	0,2669	-0,1761
HL	0,0114	-0,1049	0,0580	0,0417	-0,0953	-0,1205
FL	0,2717	0,0737	0,2126	0,2192	0,0147	0,0405
ARML	0,1940	0,4012	-0,0731	0,2752	0,3994	-0,2727
T_BMAX1	-0,0379	-0,6035**	0,1964	-0,0133	-0,6225**	0,1393
T_VMAX1	-0,5935**	0,1174	-0,6707**	-0,3731	0,2943	-0,0040
T_GES1	-0,7565**	-0,4446	-0,6068**	-0,6499**	-0,3211	0,2977
V_BMAX1	0,5499*	-0,4476	0,8385**	0,4636	-0,5258*	-0,2770
V_MAX1	0,7871**	0,6718**	0,5060*	0,8097**	0,6173**	-0,6753**
V_MIT1	0,7461**	0,4496	0,5943**	0,6313**	0,3242	-0,2493
B_MAX1	0,4199	0,4951*	0,2882	0,3012	0,4263	-0,2507
B_VMAX1	0,9067**	0,3004	0,8032**	0,7576**	0,1409	-0,3829
B_DIFF1	0,6669**	0,8590**	0,1830	0,6386**	0,7411**	-0,3196
FB_MAX1	0,6311**	0,5551*	0,4899*	0,5572*	0,4967*	-0,2361
FB_VMAX1	0,9696**	0,3021	0,8783**	0,9089**	0,1894	-0,2679
FB_DIFF1	0,7986**	0,8053**	0,3709	0,8315**	0,7187**	-0,2471
FGR1FBMA	0,2633	0,6207**	0,0346	0,1850	0,5674*	-0,0574
FGR1FBVM	0,8893**	0,1352	0,8691**	0,7600**	-0,0076	-0,1698
FGR1FBDI	0,8127**	0,2079	0,6699**	0,7232**	0,0532	-0,0937
FGES1BMA	0,7489**	0,5534*	0,6107**	0,7330**	0,5144*	-0,1785
FGES1VMA	0,8382**	0,2662	0,7663**	0,8808**	0,2227	-0,1029
FGES1DIF	0,7273**	0,4852*	0,5076*	0,8364**	0,4699*	-0,0546
I_BMAX1	0,6793**	-0,2849	0,8940**	0,6579**	-0,3392	-0,1928
I_VMAX1	0,8711**	0,5593*	0,6607**	0,9733**	0,5448*	-0,4035
I_DIFF1	0,2987	0,9557**	-0,1746	0,4410	0,9963**	-0,2671
I_VMIT1	0,8577**	0,3959	0,7396**	0,8886**	0,3446	-0,0939
PB_MAX1	0,8417**	0,1257	0,9271**	0,7351**	0,0404	-0,3633
PB_VMAX1	1,0000	0,4470	0,8418**	0,9605**	0,3444	-0,4069
PB_DIFF1	0,4470	1,0000	-0,0672	0,5256*	0,9774**	-0,2758
PGES1BMA	0,8418**	-0,0672	1,0000	0,7674**	-0,1453	-0,3132
PGES1VMA	0,9605**	0,5256*	0,7674**	1,0000	0,4694*	-0,4186
PGES1DIF	0,3444	0,9774**	-0,1453	0,4694*	1,0000	-0,2723
T_BMAX	-0,4069	-0,2758	-0,3132	-0,4186	-0,2723	1,0000
T_VMAX	-0,3314	0,1505	-0,4722*	-0,2377	0,1751	0,3987
T_GES	-0,3856	0,1195	-0,5304*	-0,3307	0,1535	0,2839
V_BMAX	0,1812	-0,4130	0,4865*	0,0944	-0,4383	-0,0473
V_MAX	0,4067	-0,0212	0,5122*	0,3459	-0,0568	-0,2113
V_MIT	0,3726	-0,1496	0,5263*	0,3139	-0,1823	-0,2515
B_MAX	0,3684	-0,1370	0,5457*	0,3142	-0,1463	-0,7443**
B_VMAX	0,3892	-0,1123	0,5276*	0,3036	-0,1445	-0,2837
B_DIFF	0,3652	0,1319	0,3664	0,3697	0,1342	-0,1982
FB_MAX	0,4625	-0,2235	0,6554**	0,4012	-0,2556	-0,5392*
FB_VMAX	0,5499*	-0,0578	0,6734**	0,4992*	-0,0847	-0,2504
FB_DIFF	0,5419*	0,0982	0,5665*	0,4989*	0,0664	-0,1641
FGR_FBMA	0,4773*	0,0116	0,5829*	0,4796*	0,0225	-0,8595**
FGR_FBVM	0,4803*	-0,1114	0,6177**	0,4079	-0,1409	-0,2596
FGR_FBDI	0,4451	-0,0636	0,5432*	0,3720	-0,0998	-0,0701
FGES_BMA	0,7062**	0,0532	0,7969**	0,7781**	0,0727	-0,4542
FGES_VMA	0,6957**	0,0821	0,7463**	0,7569**	0,0891	-0,0975
FGES_DIF	0,6914**	0,1847	0,6761**	0,7725**	0,1942	-0,0239
I_BMAX	0,4438	-0,2797	0,6955**	0,4247	-0,2901	-0,0151
I_VMAX	0,6284**	0,0749	0,7018**	0,6396**	0,0593	-0,1507
I_DIFF	0,5817*	0,4265	0,4351	0,6207**	0,4111	-0,2378
I_VMIT	0,6375**	-0,0081	0,7348**	0,6656**	-0,0183	-0,1793
PB_MAX	0,4764*	-0,2006	0,7014**	0,4344	-0,2114	-0,4838*
PB_VMAX	0,5161*	-0,0458	0,6358**	0,4669	-0,0728	-0,2270
PB_DIFF	0,5359*	0,2338	0,4900*	0,5224*	0,2076	-0,1943
PGES_BMA	0,4785*	-0,2513	0,7272**	0,4472	-0,2623	-0,2521
PGES_VMA	0,5961**	0,0277	0,6897**	0,5832*	0,0072	-0,1847
PGES_DIF	0,5808*	0,3870	0,4561	0,6076**	0,3688	-0,2313
PL_ERG_W	-0,5755*	0,0871	-0,6852**	-0,5635*	0,1096	0,3762

	T_VMAX	T_GES	V_BMAX	V_MAX	V_MIT	B_MAX
MKLA	0,1369	0,0397	0,-0774	-0,0442	-0,0427	-0,1524
ZL_KG	0,1369	0,0397	-0,0774	-0,0442	-0,0427	-0,1524
OAL	0,4159	0,3135	-0,5212*	-0,2823	-0,3391	-0,1847
UAL	0,2467	0,1868	-0,2944	-0,1519	-0,1676	-0,0284
HL	0,0918	0,1976	-0,0871	-0,1717	-0,2226	-0,0177
FL	0,2931	0,2094	-0,2097	-0,2532	-0,2077	-0,1884
ARML	0,4195	0,3391	-0,4804*	-0,3106	-0,3493	-0,1582
T_BMAX1	0,0655	-0,1227	0,1899	-0,0261	0,1440	0,0173
T_VMAX1	0,2731	0,2322	-0,2881	-0,2422	-0,2295	-0,1636
T_GES1	0,4695*	0,6003**	-0,3994	-0,5436*	-0,5626*	-0,4028
V_BMAX1	-0,4554	-0,5670*	0,5667*	0,4628	0,5739*	0,5835*
V_MAX1	-0,3322	-0,4177	0,0807	0,4366	0,3922	0,5034*
V_MIT1	-0,4557	-0,5727*	0,3812	0,5295*	0,5391*	0,3636
B_MAX1	-0,2791	-0,2043	0,1180	0,3287	0,1774	0,2696
B_VMAX1	-0,4094	-0,4175	0,2626	0,4365	0,4054	0,4152
B_DIFF1	0,0043	-0,0146	-0,2888	0,0849	-0,0035	-0,0282
FB_MAX1	-0,2618	-0,2176	0,1187	0,3420	0,1904	0,2448
FB_VMAX1	-0,2908	-0,3308	0,1980	0,3427	0,3214	0,2774
FB_DIFF1	0,0479	-0,0101	-0,2660	0,0628	-0,0069	-0,0729
FGR1FBMA	-0,0277	0,0193	-0,0999	0,1294	-0,0484	-0,0258
FGR1FBVM	-0,3313	-0,3269	0,2643	0,3367	0,3253	0,2608
FGR1FBDI	-0,1392	-0,1880	0,0646	0,1680	0,1935	0,0562
FGES1BMA	-0,1825	-0,1781	0,0772	0,2865	0,1530	0,1619
FGES1VMA	-0,0865	-0,1627	0,0676	0,1669	0,1558	0,0704
FGES1DIF	0,1152	0,0225	-0,1735	-0,0017	-0,0323	-0,1372
I_BMAX1	-0,3341	-0,4492	0,4370	0,3702	0,4546	0,4166
I_VMAX1	-0,1464	-0,2658	0,0173	0,2752	0,2468	0,2509
I_DIFF1	0,1828	0,1651	-0,4426	-0,0705	-0,1930	-0,1481
I_VMIT1	-0,1861	-0,3248	0,1820	0,2951	0,3030	0,1147
PB_MAX1	-0,5115*	-0,5127*	0,4494	0,5482*	0,5013*	0,5656*
PB_VMAX1	-0,3314	-0,3856	0,1812	0,4067	0,3726	0,3684
PB_DIFF1	0,1505	0,1195	-0,4130	-0,0212	-0,1496	-0,1370
PGES1BMA	-0,4722*	-0,5304*	0,4865*	0,5122*	0,5263*	0,5457*
PGES1VMA	-0,2377	-0,3307	0,0944	0,3459	0,3139	0,3142
PGES1DIF	0,1751	0,1535	-0,4383	-0,0568	-0,1823	-0,1463
T_BMAX	0,3987	0,2839	-0,0473	-0,2113	-0,2515	-0,7443**
T_VMAX	1,0000	0,7850**	-0,7665**	-0,6985**	-0,7949**	-0,7744**
T_GES	0,7850**	1,0000	-0,8741**	0,-8850**	-0,9935**	-0,7479**
V_BMAX	-0,7665**	-0,8741**	1,0000	0,7732**	0,8765**	0,6578**
V_MAX	-0,6985**	-0,8850**	0,7732**	1,0000	0,8968**	0,6646**
V_MIT	-0,7949**	-0,9935**	0,8765**	0,8968**	1,0000	0,7419**
B_MAX	-0,7744**	-0,7479**	0,6578**	0,6646**	0,7419**	1,0000
B_VMAX	-0,9211**	-0,8809**	0,8270**	0,9047**	0,9006**	0,7500**
B_DIFF	-0,5826*	-0,7161**	0,5028*	0,8664**	0,7492**	0,5066*
FB_MAX	-0,6803**	-0,7068**	0,5911**	0,4816*	0,6974**	0,7594**
FB_VMAX	-0,8622**	-0,8493**	0,7921**	0,8768**	0,8688**	0,6907**
FB_DIFF	-0,7187**	-0,7373**	0,5920**	0,8859**	0,7673**	0,5250*
FGR_FBMA	-0,5734*	-0,5276*	0,3728	0,4789*	0,5180*	0,9151**
FGR_FBVM	-0,9230**	-0,8194**	0,7897**	0,8150**	0,8429**	0,7011**
FGR_FBDI	-0,8164**	-0,7436**	0,7043**	0,8171**	0,7740**	0,5114*
FGES_BMA	-0,4375	-0,4969*	0,4054	0,4393	0,4915*	0,5818*
FGES_VMA	-0,4378	-0,4950*	0,4346	0,5088*	0,5050*	0,3221
FGES_DIF	-0,2793	-0,3624	0,2567	0,4382	0,3762	0,1645
I_BMAX	-0,6546**	-0,7842**	0,8792**	0,7034**	0,7893**	0,5434*
I_VMAX	-0,5567*	-0,7663**	0,6556**	0,8747**	0,7762**	0,5245*
I_DIFF	-0,2361	-0,4496	0,1610	0,7189**	0,4608	0,3007
I_VMIT	-0,5972**	-0,8085**	0,6876**	0,7323**	0,8123**	0,5424*
PB_MAX	-0,8215**	-0,8588**	0,8413**	0,7781**	0,8613**	0,9050**
PB_VMAX	-0,8137**	-0,8672**	0,7931**	0,9349**	0,8891**	0,6856**
PB_DIFF	-0,5588*	-0,6717**	0,4676	0,8865**	0,6966**	0,4668
PGES_BMA	-0,7657**	-0,8541**	0,8963**	0,7700**	0,8581**	0,7482**
PGES_VMA	-0,6721**	-0,8230**	0,7247**	0,9172**	0,8379**	0,6005**
PGES_DIF	-0,3189	-0,5116*	0,2387	0,7723**	0,5263*	0,3464
PL_ERG_W	0,4583	0,3534	-0,4144	-0,4875	-0,3545	-0,5814*

	B_VMAX	B_DIFF	FB_MAX	FB_VMAX	FB_DIFF	FGR_FBMA
MKLA	-0,0771	-0,0089	0,0335	0,2122	0,1850	0,0925
ZL_KG	-0,0771	-0,0089	0,0335	0,2122	0,1850	0,0925
OAL	-0,4022	-0,1464	-0,2415	-0,3994	-0,3290	-0,0324
UAL	-0,1771	-0,1125	-0,0658	-0,0925	-0,0420	0,1300
HL	-0,0835	-0,3324	0,0061	-0,0179	-0,0738	0,1031
FL	-0,2741	-0,3806	-0,0529	-0,2116	-0,2302	-0,1168
ARML	-0,3755	-0,2759	-0,1730	-0,3106	-0,2640	0,0348
T_BMAX1	-0,0386	-0,0520	0,2330	0,0365	-0,0687	0,0101
T_VMAX1	-0,2931	0,0271	-0,2935	-0,3463	-0,3019	-0,1151
T_GES1	-0,5377*	-0,3981	-0,4691*	-0,5543*	-0,5387*	-0,3134
V_BMAX1	0,4897*	0,3109	0,7279**	0,5645*	0,4143	0,5386*
V_MAX1	0,3773	0,5230*	0,4485	0,4212	0,4610	0,5775*
V_MIT1	0,5260*	0,3921	0,4372	0,5428*	0,5391*	0,2729
B_MAX1	0,3085	0,2413	0,1177	0,2528	0,3114	0,2280
B_VMAX1	0,4476	0,3035	0,4942*	0,5180*	0,5073*	0,4251
B_DIFF1	0,0343	0,1635	-0,0291	0,0832	0,2245	0,0753
FB_MAX1	0,3123	0,2578	0,1479	0,3603	0,4038	0,2850
FB_VMAX1	0,3453	0,2489	0,4252	0,5313*	0,5038*	0,3880
FB_DIFF1	0,0095	0,1400	0,0009	0,1701	0,2747	0,1134
FGR1FBMA	0,0683	0,0970	-0,1679	0,0256	0,1374	-0,0293
FGR1FBVM	0,3711	0,1828	0,4300	0,5202*	0,4789*	0,3118
FGR1FBDI	0,1839	0,0955	0,2685	0,3424	0,3450	0,1413
FGES1BMA	0,2485	0,2247	0,1427	0,3943	0,4231	0,2849
FGES1VMA	0,1500	0,1341	0,2561	0,4145	0,3840	0,2680
FGES1DIF	-0,0484	0,0574	0,0233	0,2221	0,2509	0,1146
I_BMAX1	0,3841	0,2618	0,6111**	0,5611*	0,4290	0,4747*
I_VMAX1	0,2149	0,3515	0,3270	0,4278	0,4340	0,4530
I_DIFF1	-0,1557	0,1335	-0,2652	-0,0943	0,0528	0,0267
I_VMIT1	0,2715	0,2366	0,3012	0,4979*	0,4728*	0,2395
PB_MAX1	0,5624*	0,3948	0,5867*	0,6586**	0,5899**	0,5794*
PB_VMAX1	0,3892	0,3652	0,4625	0,5499*	0,5419*	0,4773*
PB_DIFF1	-0,1123	0,1319	-0,2235	-0,0578	0,0982	0,0116
PGES1BMA	0,5276*	0,3664	0,6554**	0,6734**	0,5665*	0,5829*
PGES1VMA	0,3036	0,3697	0,4012	0,4992*	0,4989*	0,4796*
PGES1DIF	-0,1445	0,1342	-0,2556	-0,0847	0,0664	0,0225
T_BMAX	-0,2837	-0,1982	-0,5392*	-0,2504	-0,1641	-0,8595**
T_VMAX	-0,9211**	-0,5826*	-0,6803**	-0,8622**	-0,7187**	-0,5734*
T_GES	-0,8809**	-0,7161**	-0,7068**	-0,8493**	-0,7373**	-0,5276*
V_BMAX	0,8270**	0,5028*	0,5911**	0,7921**	0,5920**	0,3728
V_MAX	0,9047**	0,8664**	0,4816*	0,8768**	0,8859**	0,4789*
V_MIT	0,9006**	0,7492**	0,6974**	0,8688**	0,7673**	0,5180*
B_MAX	0,7500**	0,5066*	0,7594**	0,6907**	0,5250*	0,9151**
B_VMAX	1,0000	0,7801**	0,6197**	0,9563**	0,8932**	0,5390*
B_DIFF	0,7801**	1,0000	0,4395	0,7604**	0,8699**	0,3827
FB_MAX	0,6197**	0,4395	1,0000	0,6151**	0,4428	0,6586**
FB_VMAX	0,9563**	0,7604**	0,6151**	1,0000	0,9290**	0,5541*
FB_DIFF	0,8932**	0,8699**	0,4428	0,9290**	1,0000	0,4251
FGR_FBMA	0,5390*	0,3827	0,6586**	0,5541*	0,4251	1,0000
FGR_FBVM	0,9681**	0,7037**	0,6414**	0,9808**	0,8928**	0,5387*
FGR_FBDI	0,9275**	0,7499**	0,4970*	0,9456**	0,9483**	0,3438
FGES_BMA	0,4699*	0,3537	0,5575*	0,6677**	0,5280*	0,7229**
FGES_VMA	0,5356*	0,4610	0,4001	0,7562**	0,6944**	0,4022
FGES_DIF	0,4172	0,4563	0,2609	0,6544**	0,6716**	0,2960
I_BMAX	0,7384**	0,4781*	0,5564*	0,8454**	0,6540**	0,4004
I_VMAX	0,7709**	0,7694**	0,4392	0,8876**	0,8809**	0,4779*
I_DIFF	0,5067*	0,7834**	0,1425	0,5877*	0,7820**	0,3749
I_VMIT	0,7179**	0,6270**	0,6027**	0,8614**	0,7620**	0,5010*
PB_MAX	0,8516**	0,5743*	0,7449**	0,8752**	0,6829**	0,7929**
PB_VMAX	0,9578**	0,8217**	0,5712*	0,9874**	0,9494**	0,5392*
PB_DIFF	0,7886**	0,9020**	0,3148	0,8287**	0,9586**	0,4121
PGES_BMA	0,8258**	0,5464*	0,6744**	0,8952**	0,6954**	0,6150**
PGES_VMA	0,8624**	0,8066**	0,5017*	0,9464**	0,9269**	0,5126*
PGES_DIF	0,5843*	0,8261**	0,1870	0,6568**	0,8388**	0,3905
PL_ERG_W	-0,5495*	-0,2857	-0,4229	-0,6290**	-0,5416*	-0,6147*

	FGR_FBVM	FGR_FBDI	FGES_BMA	FGES_VMA	FGES_DIF	I_BMAX
MKLA	0,1146	0,1304	0,7142**	0,7999**	0,8523**	0,4014
ZL_KG	0,1146	0,1304	0,7142**	0,7999**	0,8523**	0,4014
OAL	-0,4392	-0,4795*	-0,1093	-0,2205	-0,1472	-0,4667
UAL	-0,1181	-0,1152	0,2072	0,1347	0,1933	-0,1140
HL	0,0075	-0,0026	0,2147	0,1838	0,1801	0,0305
FL	-0,2190	-0,2172	0,0251	0,0067	0,0313	-0,1000
ARML	-0,3406	-0,3632	0,0780	-0,0255	0,0455	-0,3243
T_BMAX1	0,0137	-0,0214	0,2242	0,1993	0,1626	0,2883
T_VMAX1	-0,3565	-0,3696	-0,2259	-0,2936	-0,2519	-0,3360
T_GES1	-0,5319*	-0,5149*	-0,3589	-0,4002	-0,3541	-0,4092
V_BMAX1	0,5355*	0,4358	0,6270**	0,5235*	0,4195	0,6512**
V_MAX1	0,3595	0,2970	0,4934*	0,3703	0,3710	0,1751
V_MIT1	0,5233*	0,5173*	0,3278	0,3893	0,3499	0,3915
B_MAX1	0,2536	0,2579	0,0245	0,0130	0,0056	0,0205
B_VMAX1	0,4909*	0,4608	0,4709*	0,4553	0,4244	0,3633
B_DIFF1	0,0501	0,0958	0,1000	0,1411	0,2209	-0,1766
FB_MAX1	0,3252	0,3308	0,3005	0,3177	0,3234	0,1918
FB_VMAX1	0,4682	0,4477	0,7073**	0,7368**	0,7303**	0,4927*
FB_DIFF1	0,1025	0,1439	0,3909	0,4589	0,5452*	0,0272
FGR1FBMA	0,0178	0,0706	-0,1558	-0,1052	-0,0631	-0,1696
FGR1FBVM	0,4851*	0,4709*	0,5807*	0,6344**	0,6095**	0,4868*
FGR1FBDI	0,3057	0,3192	0,4627	0,5474*	0,5632*	0,3180
FGES1BMA	0,3284	0,3390	0,5210*	0,5668*	0,5907**	0,3131
FGES1VMA	0,3251	0,3224	0,7914**	0,8555**	0,8809**	0,4980*
FGES1DIF	0,1248	0,1543	0,6650**	0,7544**	0,8294**	0,2865
I_BMAX1	0,5000*	0,4263	0,7978**	0,7555**	0,6910**	0,6977**
I_VMAX1	0,3240	0,2897	0,7913**	0,7625**	0,7937**	0,3838
I_DIFF1	-0,1510	-0,1130	0,0800	0,0911	0,1959	-0,2902
I_VMIT1	0,4138	0,4205	0,7373**	0,8393**	0,8522**	0,5460*
PB_MAX1	0,6163**	0,5532*	0,6674**	0,6180**	0,5544*	0,5814*
PB_VMAX1	0,4803*	0,4451	0,7062**	0,6957**	0,6914**	0,4438
PB_DIFF1	-0,1114	-0,0636	0,0532	0,0821	0,1847	-0,2797
PGES1BMA	0,6177**	0,5432*	0,7969**	0,7463**	0,6761**	0,6955**
PGES1VMA	0,4079	0,3720	0,7781**	0,7569**	0,7725**	0,4247
PGES1DIF	-0,1409	-0,0998	0,0727	0,0891	0,1942	-0,2901
T_BMAX	-0,2596	-0,0701	-0,4542	-0,0975	-0,0239	-0,0151
T_VMAX	-0,9230**	-0,8164**	-0,4375	-0,4378	-0,2793	-0,6546**
T_GES	-0,8194**	-0,7436**	-0,4969*	-0,4950*	-0,3624	-0,7842**
V_BMAX	0,7897**	0,7043**	0,4054	0,4346	0,2567	0,8792**
V_MAX	0,8150**	0,8171**	0,4393	0,5088*	0,4382	0,7034**
V_MIT	0,8429**	0,7740**	0,4915*	0,5050*	0,3762	0,7893**
B_MAX	0,7011**	0,5114*	0,5818*	0,3221	0,1645	0,5434*
B_VMAX	0,9681**	0,9275**	0,4699*	0,5356*	0,4172	0,7384**
B_DIFF	0,7037**	0,7499**	0,3537	0,4610	0,4563	0,4781*
FB_MAX	0,6414**	0,4970*	0,5575*	0,4001	0,2609	0,5564*
FB_VMAX	0,9808**	0,9456**	0,6677**	0,7562**	0,6544**	0,8454**
FB_DIFF	0,8928**	0,9483**	0,5280*	0,6944**	0,6716**	0,6540**
FGR_FBMA	0,5387*	0,3438	0,7229**	0,4022	0,2960	0,4004
FGR_FBVM	1,0000	0,9549**	0,5932**	0,6791**	0,5616*	0,7959**
FGR_FBDI	0,9549**	1,0000	0,4720*	0,6680**	0,6030**	0,7246**
FGES_BMA	0,5932**	0,4720*	1,0000	0,8882**	0,8194**	0,7196**
FGES_VMA	0,6791**	0,6680**	0,8882**	1,0000	0,9726**	0,7880**
FGES_DIF	0,5616*	0,6030**	0,8194**	0,9726**	1,0000	0,6507**
I_BMAX	0,7959**	0,7246**	0,7196**	0,7880**	0,6507**	1,0000
I_VMAX	0,7833**	0,7910**	0,7417**	0,8421**	0,8032**	0,8265**
I_DIFF	0,4654	0,5549*	0,4755*	0,5713*	0,6531**	0,3184
I_VMIT	0,7825**	0,7339**	0,8353**	0,8944**	0,8169**	0,8957**
PB_MAX	0,8557**	0,7017**	0,7492**	0,6232**	0,4600	0,8446**
PB_VMAX	0,9521**	0,9363**	0,6225**	0,7138**	0,6262**	0,8223**
PB_DIFF	0,7533**	0,8315**	0,4867*	0,6303**	0,6469**	0,5407*
PGES_BMA	0,8588**	0,7428**	0,7643**	0,7374**	0,5814*	0,9628**
PGES_VMA	0,8678**	0,8661**	0,7090**	0,8079**	0,7485**	0,8420**
PGES_DIF	0,5438*	0,6321**	0,4865*	0,5957**	0,6630**	0,3783
PL_ERG_W	-0,6109*	-0,5329*	-0,7089**	-0,6658**	-0,6255**	-0,5715*

	I_VMAX	I_DIFF	I_VMIT	PB_MAX	PB_VMAX	PB_DIFF
MKLA	0,4436	0,3142	0,5457*	0,1281	0,1605	0,1814
ZL_KG	0,4436	0,3142	0,5457*	0,1281	0,1605	0,1814
OAL	-0,2373	0,1006	-0,2655	-0,3487	-0,3797	-0,1871
UAL	0,0123	0,1430	0,0277	-0,0568	-0,0875	0,0125
HL	-0,0194	-0,0678	-0,0154	0,0001	-0,0612	-0,1408
FL	-0,1325	-0,1162	-0,0720	-0,1780	-0,2345	-0,2458
ARML	-0,1579	0,0813	-0,1531	-0,2561	-0,3107	-0,1775
T_BMAX1	0,0917	-0,1558	0,2644	0,1374	0,0263	-0,1180
T_VMAX1	-0,2773	-0,1068	-0,2751	-0,2757	-0,3110	-0,2042
T_GES1	-0,5259*	-0,4471	-0,5255*	-0,4627	-0,5442*	-0,5034*
V_BMAX1	0,5373*	0,2059	0,6326**	0,6836**	0,5391*	0,3183
V_MAX1	0,4770*	0,6159**	0,4383	0,4184	0,4269	0,5346*
V_MIT1	0,5114*	0,4417	0,5027*	0,4317	0,5330*	0,5009*
B_MAX1	0,2035	0,3217	0,0352	0,1943	0,2674	0,3306
B_VMAX1	0,4948*	0,4440	0,4752*	0,4571	0,4923*	0,4714*
B_DIFF1	0,1463	0,4365	0,0956	-0,0816	0,0834	0,3114
FB_MAX1	0,3886	0,4489	0,2545	0,2733	0,3560	0,4198
FB_VMAX1	0,6074**	0,4937*	0,6391**	0,4429	0,1478	0,3442
FGR1FBMA	0,0406	0,2511	-0,1359	-0,0832	0,0499	0,1969
FGR1FBVM	0,5327*	0,3745	0,5596*	0,4262	0,4715*	0,4045
FGR1FBDI	0,3925	0,3194	0,4682	0,2136	0,2985	0,3009
FGES1BMA	0,5021*	0,5091*	0,4201	0,2874	0,3720	0,4359
FGES1VMA	0,5854*	0,4501	0,6598**	0,3185	0,3600	0,3611
FGES1DIF	0,4465	0,4428	0,5173*	0,0866	0,1766	0,2800
I_BMAX1	0,6247**	0,3025	0,7374**	0,6138**	0,5180*	0,3465
I_VMAX1	0,6110**	0,6161**	0,6495**	0,3741	0,3987	0,4803*
I_DIFF1	0,0525	0,3997	-0,0218	-0,2129	-0,0827	0,1944
I_VMIT1	0,6476**	0,5035*	0,7192**	0,3669	0,4523	0,4449
PB_MAX1	0,6529**	0,4757*	0,6138**	0,6613**	0,6316**	0,5310*
PB_VMAX1	0,6284**	0,5817*	0,6375**	0,4764*	0,5161*	0,5359*
PB_DIFF1	0,0749	0,4265	-0,0081	-0,2006	-0,0458	0,2338
PGES1BMA	0,7018**	0,4351	0,7348**	0,7014**	0,6358**	0,4900*
PGES1VMA	0,6396**	0,6207**	0,6656**	0,4344	0,4669	0,5224*
PGES1DIF	0,0593	0,4111	-0,0183	-0,2114	-0,0728	0,2076
T_BMAX	-0,1507	-0,2378	-0,1793	-0,4838*	-0,2270	-0,1943
T_VMAX	-0,5567*	-0,2361	-0,5972**	-0,8215**	-0,8137**	-0,5588*
T_GES	-0,7663**	-0,4496	-0,8085**	-0,8588**	-0,8672**	-0,6717**
V_BMAX	0,6556**	0,1610	0,6876**	0,8413**	0,7931**	0,4676
V_MAX	0,8747**	0,7189**	0,7323**	0,7781**	0,9349**	0,8865**
V_MIT	0,7762**	0,4608	0,8123**	0,8613**	0,8891**	0,6966**
B_MAX	0,5245*	0,3007	0,5424*	0,9050**	0,6856**	0,4668
B_VMAX	0,7709**	0,5067*	0,7179**	0,8516**	0,9578**	0,7886**
B_DIFF	0,7694**	0,7834**	0,6270**	0,5743*	0,8217**	0,9020**
FB_MAX	0,4392	0,1425	0,6027**	0,7449**	0,5712*	0,3148
FB_VMAX	0,8876**	0,5877*	0,8614**	0,8752**	0,9874**	0,8287**
FB_DIFF	0,8809**	0,7820**	0,7620**	0,6829**	0,9494**	0,9586**
FGR_FBMA	0,4779*	0,3749	0,5010*	0,7929**	0,5392*	0,4121
FGR_FBVM	0,7833**	0,4654	0,7825**	0,8557**	0,9521**	0,7533**
FGR_FBDI	0,7910**	0,5549*	0,7339**	0,7017**	0,9363**	0,8315**
FGES_BMA	0,7417**	0,4755*	0,8353**	0,7492**	0,6225**	0,4867*
FGES_VMA	0,8421**	0,5713*	0,8944**	0,6232**	0,7138**	0,6303**
FGES_DIF	0,8032**	0,6531**	0,8169**	0,4600	0,6262**	0,6469**
I_BMAX	0,8265**	0,3184	0,8957**	0,8446**	0,8223**	0,5407*
I_VMAX	1,0000	0,7968**	0,9156**	0,7629**	0,9155**	0,8827**
I_DIFF	0,7968**	1,0000	0,5802*	0,3786	0,6597**	0,9066**
I_VMIT	0,9156**	0,5802*	1,0000	0,8041**	0,8481**	0,7040**
PB_MAX	0,7629**	0,3786	0,8041**	1,0000	0,8603**	0,5921**
PB_VMAX	0,9155**	0,6597**	0,8481**	0,8603**	1,0000	0,8827**
PB_DIFF	0,8827**	0,9066**	0,7040**	0,5921**	0,8827**	1,0000
PGES_BMA	0,8285**	0,3618	0,8864**	0,9578**	0,8753**	0,5889*
PGES_VMA	0,9867**	0,7580**	0,9074**	0,8181**	0,9687**	0,9011**
PGES_DIF	0,8317**	0,9947**	0,6205**	0,4373	0,7257**	0,9452**
PL_ERG_W	-0,6439**	-0,4754	-0,5431*	-0,6556**	-0,6054*	-0,4825

	PGES_BMA	PGES_VMA	PGES_DIF	PL_ERG_W
MKLA	0,2802	0,3385	0,2873	-0,4759
ZL_KG	0,2802	0,3385	0,2873	-0,4759
OAL	-0,4264	-0,2998	0,0321	0,0510
UAL	-0,0897	-0,0278	0,1137	-0,3170
HL	0,0163	-0,0368	-0,0869	-0,5777*
FL	-0,1435	-0,1765	-0,1499	-0,0972
ARML	-0,3033	-0,2229	0,0196	-0,2427
T_BMAX1	0,2241	0,0672	-0,1494	-0,1139
T_VMAX1	-0,3192	-0,2965	-0,1324	0,3999
T_GES1	-0,4529	-0,5442*	-0,4686*	0,2867
V_BMAX1	0,6944**	0,5492*	0,2368	-0,5539*
V_MAX1	0,3051	0,4667	0,6069**	-0,3032
V_MIT1	0,4277	0,5307*	0,4639	-0,2629
B_MAX1	0,1089	0,2335	0,3296	-0,1159
B_VMAX1	0,4254	0,5040*	0,4585	-0,4794
B_DIFF1	-0,1361	0,1239	0,4137	-0,0302
FB_MAX1	0,2408	0,3835	0,4498	-0,2900
FB_VMAX1	0,4878*	0,5706*	0,4957*	-0,6220*
FB_DIFF1	0,0136	0,2549	0,4733*	-0,2340
FGR1FBMA	-0,1331	0,0451	0,2423	0,0889
FGR1FBVM	0,4762*	0,5190*	0,3884	-0,5817*
FGR1FBDI	0,2784	0,3626	0,3205	-0,4057
FGES1BMA	0,3130	0,4600	0,5003*	-0,4200
FGES1VMA	0,4280	0,5066*	0,4363	-0,6297**
FGES1DIF	0,1976	0,3468	0,4109	-0,4499
I_BMAX1	0,6842**	0,5947**	0,3185	-0,6391**
I_VMAX1	0,3949	0,5380*	0,5938**	-0,5153*
I_DIFF1	-0,2631	-0,0010	0,3567	0,1171
I_VMIT1	0,4781*	0,5822*	0,4981*	-0,5261*
PB_MAX1	0,6456**	0,6578**	0,4975*	-0,6149*
PB_VMAX1	0,4785*	0,5961**	0,5808*	-0,5755*
PB_DIFF1	-0,2513	0,0277	0,3870	0,0871
PGES1BMA	0,7272**	0,6897**	0,4561	-0,6852**
PGES1VMA	0,4472	0,5832*	0,6076**	-0,5635*
PGES1DIF	-0,2623	0,0072	0,3688	0,1096
T_BMAX	-0,2521	-0,1847	-0,2313	0,3762
T_VMAX	-0,7657**	-0,6721**	-0,3189	0,4583
T_GES	-0,8541**	-0,8230**	-0,5116*	0,3534
V_BMAX	0,8963**	0,7247**	0,2387	-0,4144
V_MAX	0,7700**	0,9172**	0,7723**	-0,4875
V_MIT	0,8581**	0,8379**	0,5263*	-0,3545
B_MAX	0,7482**	0,6005**	0,3464	-0,5814*
B_VMAX	0,8258**	0,8624**	0,5843*	-0,5495*
B_DIFF	0,5464*	0,8066**	0,8261**	-0,2857
FB_MAX	0,6744**	0,5017*	0,1870	-0,4229
FB_VMAX	0,8952**	0,9464**	0,6568**	-0,6290**
FB_DIFF	0,6954**	0,9269**	0,8388**	-0,5416*
FGR_FBMA	0,6150**	0,5126*	0,3905	-0,6147*
FGR_FBVM	0,8588**	0,8678**	0,5438*	-0,6109*
FGR_FBDI	0,7428**	0,8661**	0,6321**	-0,5329*
FGES_BMA	0,7643**	0,7090**	0,4865*	-0,7089**
FGES_VMA	0,7374**	0,8079**	0,5957**	-0,6658**
FGES_DIF	0,5814*	0,7485**	0,6630**	-0,6255**
I_BMAX	0,9628**	0,8420**	0,3783	-0,5715*
I_VMAX	0,8285**	0,9867**	0,8317**	-0,6439**
I_DIFF	0,3618	0,7580**	0,9947**	-0,4754
I_VMIT	0,8864**	0,9074**	0,6205**	-0,5431*
PB_MAX	0,9578**	0,8181**	0,4373	-0,6556**
PB_VMAX	0,8753**	0,9687**	0,7257**	-0,6054*
PB_DIFF	0,5889*	0,9011**	0,9452**	-0,4825
PGES_BMA	1,0000	0,8646**	0,4236	-0,6308**
PGES_VMA	0,8646**	1,0000	0,8062**	-0,6345**
PGES_DIF	0,4236	0,8062**	1,0000	-0,4838
PL_ERG_W	-0,6308**	-0,6345**	-0,4838	1,0000

* - Signif. LE ,05

** - Signif. LE ,01

(2-tailed)

SKT12_89:

Variable	Mean	Std Dev	N
MKLA	71,56	3,76	8
ZL_KG	42,94	2,26	8
T_BMAX1	0,11	0,01	8
T_VMAX1	0,33	0,03	8
T_GES1	0,41	0,01	8
V_BMAX1	0,92	0,08	8
V_MAX1	1,50	0,10	8
V_MIT1	1,12	0,03	8
B_MAX1	8,70	0,98	8
B_VMAX1	4,57	0,52	8
B_DIFF1	2,61	0,32	8
FB_MAX1	373,83	50,16	8
FB_VMAX1	197,09	30,76	8
FB_DIFF1	112,54	17,38	8
FGR1FBMA	3598,06	766,44	8
FGR1FBVM	609,12	153,65	8
FGR1FBDI	521,80	149,15	8
FGES1BMA	803,20	66,07	8
FGES1VMA	626,47	51,05	8
FGES1DIF	541,91	37,47	8
I_BMAX1	39,37	5,01	8
I_VMAX1	64,38	6,36	8
I_DIFF1	25,00	5,20	8
I_VMIT1	48,10	3,59	8
PB_MAX1	343,64	67,79	8
PB_VMAX1	296,32	56,10	8
PB_DIFF1	66,12	18,59	8
PGES1BMA	737,37	113,31	8
PGES1VMA	940,08	115,85	8
PGES1DIF	316,15	69,98	8
T_BMAX	0,15	0,02	8
T_VMAX	0,39	0,04	8
T_GES	0,55	0,03	8
V_BMAX	0,74	0,05	8
V_MAX	1,12	0,08	8
V_MIT	0,84	0,04	8
B_MAX	5,16	0,42	8
B_VMAX	2,94	0,42	8
B_DIFF	1,76	0,63	8
FB_MAX	221,39	22,28	8
FB_VMAX	126,61	21,03	8
FB_DIFF	69,81	19,49	8
FGR_FBMA	1610,00	268,40	8
FGR_FBVM	339,80	86,10	8
FGR_FBDI	311,34	120,99	8
FGES_BMA	650,77	40,13	8
FGES_VMA	555,98	38,31	8
FGES_DIF	499,18	36,06	8
I_BMAX	31,86	2,93	8
I_VMAX	48,07	5,03	8
I_DIFF	16,21	3,52	8
I_VMIT	35,95	2,87	8
PB_MAX	165,41	20,33	8
PB_VMAX	144,20	32,37	8
PB_DIFF	28,13	11,46	8
PGES_BMA	484,05	46,35	8
PGES_VMA	624,97	80,37	8
PGES_DIF	190,27	46,00	8

SKT5_90:

Mean	Std.Dev	N
71,56	3,76	8
42,94	2,26	8
0,14	0,03	8
0,30	0,02	8
0,39	0,01	8
1,14	0,17	8
1,57	0,06	8
1,18	0,04	8
8,55	1,27	8
5,20	0,46	8
2,49	0,66	8
368,17	65,01	8
223,68	28,70	8
107,86	31,45	8
2938,34	1208,62	8
745,23	143,31	8
647,26	147,82	8
797,54	81,31	8
653,06	49,22	8
537,23	50,04	8
48,93	7,18	8
67,49	5,59	8
18,55	8,51	8
50,90	3,81	8
416,03	75,52	8
352,09	54,60	8
50,93	35,65	8
905,34	132,18	8
1026,94	107,59	8
236,46	120,62	8
0,21	0,07	8
0,38	0,06	8
0,53	0,05	8
0,94	0,08	8
1,17	0,09	8
0,88	0,08	8
5,01	1,45	8
3,19	0,67	8
1,29	0,50	8
216,44	70,67	8
137,17	32,22	8
56,10	24,57	8
1318,48	855,51	8
383,83	140,02	8
385,96	181,71	8
645,82	86,80	8
566,54	48,08	8
485,47	44,11	8
40,21	2,51	8
50,37	5,66	8
10,16	6,04	8
37,82	4,93	8
202,12	57,71	8
164,82	50,03	8
16,68	14,79	8
604,23	66,34	8
668,51	104,47	8
118,26	74,77	8

**UNTERSUCHUNGEN ZUR BEWEGUNGSGESCHWINDIGKEIT ALS
BELASTUNGSKENNZIFFER IM KRAFTTRAINING SOWIE ZUR
SCHNELLKRAFT- UND SCHNELLKRAFTAUSDAUERFÄHIGKEIT ALS
FAKTOREN DER STRUKTUR PERSONELLER LEISTUNGSVORAUS-
SETZUNGEN IN AUSDAUERSPORTARTEN AM BEISPIEL VON
RUDERSPORTLERN**

**T H E S E N
D E R
H A B I L I T A T I O N S S C H R I F T**

zur Erlangung der Lehrbefähigung

für das Fach Sportwissenschaft (Trainingswissenschaft)

vorgelegt dem Fakultätsrat der Philosophischen Fakultät IV

der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Dr. paed. **Gerhart Bayer**

geb. am 11. 11. 1952 in Berlin

I.

Eingebunden in die Vertragsforschung Rudern hatte die Forschungsgruppe Krafttraining einen wesentlichen Bereich des Konditionstrainings abzudecken und durch seine Qualifizierung Beiträge zur weiteren Leistungssteigerung von Rudersportlern zu leisten. Dabei zeigten sich sowohl in der Aufklärung der Kausalität der Ruderleistung als auch in ihrer trainingsmethodisch gezielten Beeinflussung neben dem umfangreichen, gesicherten Wissen erhebliche Lücken, deren Schließen sich bezüglich der Bewegungsgeschwindigkeit, als schwierig und langwierig erwies.

Die bisher erfolgreiche Ausrichtung auf die mögliche Höhe des Krafteinsatzes bei vorgegebener wettkampfadäquater Wiederholungszahl und normierter Bewegungsfrequenz beinhaltet die Bereitstellung einer möglichst hohen Kraftausdauerfähigkeit durch die Gestaltung eines optimalen Kraft-Ausdauer-Verhältnisses und die Ausprägung der komplexen Leistungsvoraussetzung Kraftausdauerfähigkeit (partiell und komplex, allgemein und spezifisch) sowie eines optimalen Ausprägungsniveaus ihrer elementaren Voraussetzungen, wie der Maximalkraft- und aeroben Ausdauerfähigkeit (Mahlo, Bayer). Dieser Ansatz zeigt jedoch Grenzen hinsichtlich seiner Beitragsfähigkeit zur vortriebswirksamen Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit beim spezifischen Leistungsvollzug im Boot (Übertragungsproblem).

Die Reaktion der Trainingspraxis des DRSV auf erste erfolgversprechende trainingsmethodische Ansätze (Bayer 1981) und Grundlagenerkenntnisse (Mahlo 1981, 1982) in Gestalt einer generalisierten Geschwindigkeitsorientierung schuf Widersprüche zu den Auffassungen der Untersucher und führte nach anfänglich progressiven Entwicklungen zu empfindlichen Leistungseinbußen. Ähnliche Erscheinungen zeigten sich auch in anderen Ausdauersportarten wie im Eisschnellauf (Malz/Müller/Thomas 1987, 22) und Schwimmen (Pfeiffer 1985, 10).

Die eingetretene Problemsituation verdeutlicht grundsätzliche Unsicherheiten der Sport- und Trainingswissenschaft wie z.B. verkürzte Schlüsse (vgl. Willimczik 1985) im Umgang mit der augenscheinlichen Leistungsreserve, so daß deren Lösung von übergreifendem Interesse ist.

II.

Die Untersuchungen hatten das Ziel, einen Beitrag zur Aufhellung der Bewegungsgeschwindigkeit als dem dritten Faktor und in diesem Fall auch der dritten Dimension (neben Kraft und Dauer) zur Kennzeichnung und Vervollkommenung **komplexer** Bewegungsleistungen im Krafttraining am Beispiel des Ruderns zu leisten.

Die Aufklärung der Bewegungsgeschwindigkeit bezieht sich sowohl auf ihre Nutzung als Belastungskennziffer im Zusammenhang mit den übrigen Faktoren der Belastungsanforderung (Bewegungswiderstand, Wiederholungszahl ...) als auch auf die Objektivierung der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit. Damit ließen sich die Beschreibung und Steuerung der Belastung im Krafttraining komplettieren und ein Lösungsansatz für das Übertragungs- bzw. Transformationsproblem durch die Herausbildung inhaltlich anforderungsbezogenerer Kraftfähigkeiten schaffen. Dieser Ansatz bezieht sich direkt auf die Qualität der Einzelbewegung in der Zyklenfolge, d.h., es wird eine mögliche Erhöhung der Bewegungsleistung außerhalb der Frequenzerhöhung untersucht.

Den Gegenstand der Untersuchungen bilden zwei voneinander getrennt zu klärende Schwerpunkte

- die Bewegungsgeschwindigkeit sowie
- die Schnellkraftausdauerfähigkeit.

Zur Realisierung der Zielstellung sind folgende Aufgaben zu lösen:

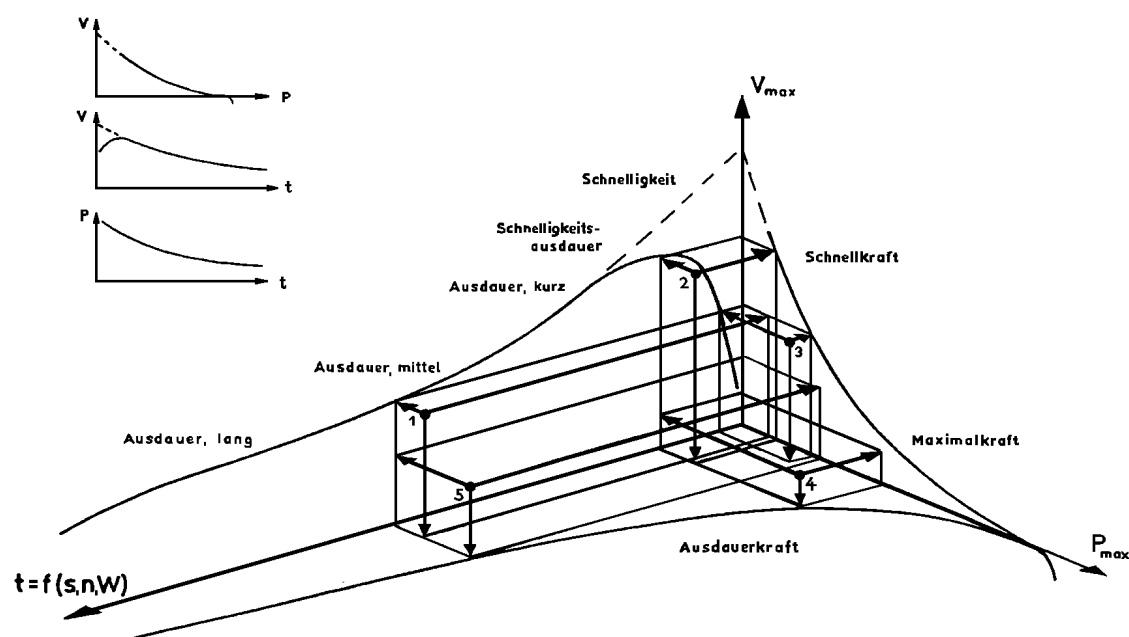
1. Konsequenz getrennt und neu systematisierte **Darstellung sowie Diskussion der umfangreichen und z.T. widersprüchlichen theoretischen Ausgangspositionen** und Problemstellungen entsprechend der obengenannten Schwerpunkte **sowie Ableitung von Lösungsansätzen** für die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit einerseits und der Schnellkraftausdauer- sowie der Schnellkraftfähigkeit andererseits, **die bisher nicht oder nicht ausreichend bewältigt wurden, als Schwerpunkt der Arbeit,**
2. Registrierung wesentlicher biomechanischer Veränderungen der objektiven Belastungsanforderung und Kontrolle eines Indikators des subjektiven Belastungsgrades bei der Forderung nach Maximierung der Bewegungsgeschwindigkeit in einer standardisierten Kraftausdauerbelastung (konstante Testbedingungen wie Hubweg, Wiederholungszahl, Zusatzlast, Bewegungsfrequenz usw.) unter trainingsrelevanten Bedingungen (Kraftausdauertraining),
3. Ableitung einer Schnellkraftausdauerdefinition auf der Grundlage der Krafteinsätze im Ruderdurchzug und einer entsprechenden Diagnostik für die Armzugmuskulatur, welche die biomechanische Lösungsvariante der Sportler zur Geschwindigkeitssteigerung hinreichend berücksichtigt (Ableitung aus den Ergebnissen der zweiten Aufgabenstellung) und
4. Realisierung von Diagnosemaßnahmen und statistischen Analysen zur Erlangung leistungsstruktureller Erkenntnisse

III.

Der ungenügenden Trennung zwischen biomechanischer Kenngröße (in diesem Fall der Bewegungsgeschwindigkeit) und den zu ihrer Realisierung notwendigen Leistungsvoraussetzungen als eine wesentliche Ursache für das Eintreten der beschriebenen Problemlage Rechnung tragend, erfolgte die systematisierende Darstellung und Diskussion der betreffenden Theoriepositionen über die Beziehungen der Bewegungsgeschwindigkeit zu unter konditionellem Aspekt besonders relevanten Kennziffern (Bewegungskraft, Bewegungsdauer), nach dem Vorbild von Zaciorskij/Kulik/Smirnov (1970) strikt getrennt in funktionelle Beziehungen (kinematische und dynamische Parameter) und korrelative Beziehungen (valide Kennziffern der Schnelligkeits-, Kraft- und Ausdauerfähigkeit).

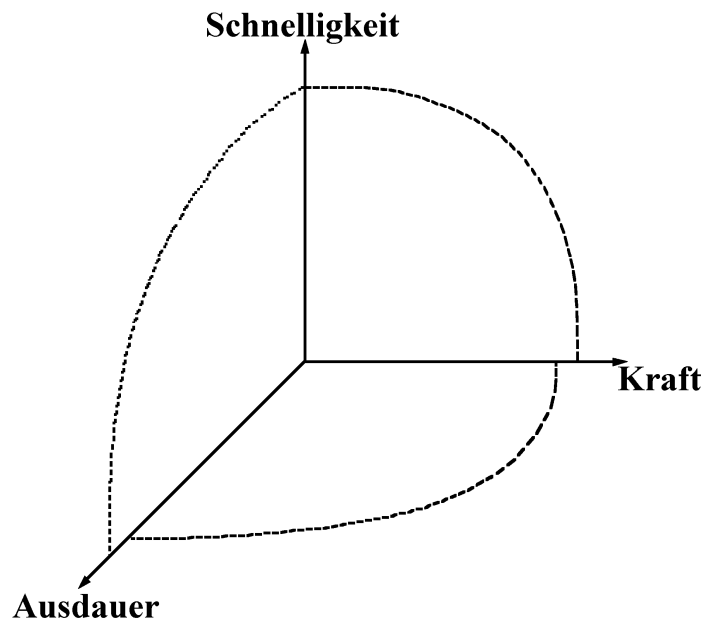
Bezogen auf eine vergleichbare Kontraktionsart der Muskulatur ergibt sich für alle drei Teilbeziehungen funktioneller Art (Geschwindigkeit-Kraft; Geschwindigkeit-Dauer; Kraft-Dauer) eine hyperbolische Funktion, wie sie von der Hillschen Kurve für die Beziehung Geschwindigkeit-Kraft bekannt ist. D.h., daß bei einem intraindividuellen Vergleich mit variabler Belastungsdosierung sich die drei Parameter umgekehrt proportional zueinander verhalten. Eine komplexe Sicht, wie sie für die vorliegende

Thematik erforderlich ist, führt zu der dreidimensionalen Darstellung von Gundlach (1968, 201), deren komplexe Zusammenhänge sinnvoll durch ebensolche Parameter wie die mechanische Leistung erfaßt werden können.



Gundlach (1968) modifizierend muß darauf hingewiesen werden, daß es sich bei seiner Darstellung um eine auf Zusammenhänge biomechanischer Parameter begrenzte Sicht handelt, die **nicht** die Beziehungen entsprechender Fähigkeiten wiedergibt und exakte Vergleiche nur auf intraindividuellem Basis für identische Bewegungsstrukturen zuläßt.

Die Beziehungen der Schnelligkeits-, Kraft- und Ausdauerfähigkeit sind niveaubabhängig durch proportionale Beziehungen gekennzeichnet. Extreme Ausprägungen dieser Fähigkeiten führen zur Aufhebung der Beziehungen und im Sonderfall der Ausdauer darüber hinaus zur Ausprägung von nachweisbar negativen Korrelationsbereichen. Die komplexen konditionellen Fähigkeiten (Schnellkraft, Schnelligkeitsausdauer, Kraftausdauer, Schnellkraftausdauer) sind in besonderem Maße von mehreren Basisfähigkeiten mit optimaler Ausprägung abhängig. Das von Bös/Mechling (1983, 221, Abb. 4.6.-1) erstellte dreidimensionale Bezugssystem zur Beschreibung sportmotorischer Leistungen durch ihre grundlegenden, voneinander unabhängigen Dimensionen (Koordination, kardiopulmonale Ausdauer, statische Maximalkraft) berücksichtigt die korrelativen Beziehungen. Ohne ihn selbst zu kennzeichnen, lassen sie damit Platz für einen konvexen Raum komplexer Fähigkeiten. Auf den konditionellen Faktor bezogen ergibt sich folgendes Raummodell für komplexe konditionelle Fähigkeiten:



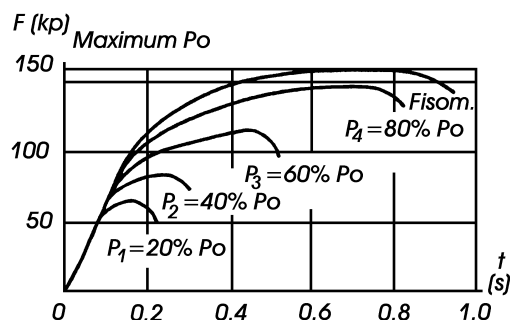
Auf diese Weise kann der Notwendigkeit von Optimalausprägungen der Basisleistungsfähigkeiten entgegen der verbreiteten pauschalen Annahme von Alternativausprägungen entsprochen werden.

Trotz der relativen Eigenständigkeit sind die beiden Aspekte als Elemente **einer** Grundmethodik mit gegenseitigem Bezug aufzufassen.

IV.

Die unterschiedlichen wissenschaftsdisziplinären Aspekte leisten differenzierte Beiträge zum realen Verständnis der komplexen Fähigkeiten Schnellkraft als auch Schnellkraftausdauer.

Der biomechanische Aspekt lenkt die Aufmerksamkeit auf das Kraftanstiegsverhalten. Verchosanskij fand bei azyklischen Bewegungen gegen unterschiedliche Widerstände typische Komponenten des Kraftanstieges (1971, 26, Abb.16).



In weiteren Arbeiten (Werchoshanski/Tatjan 1975; Verchosanskij 1979) differenziert er die Schnellkraft- bzw. Explosivkraft in die Anfangskraft und die Beschleunigungskraft und objektiviert sie mittels Indexbildung (F/t). Bührle und Schmidtbleicher stützen und ergänzen diese Auffassungen in mehreren Arbeiten. Die erlangten Erkenntnisse sind von einseitigen phänomenologischen Aussagen (Kusnezow 1972; Fetz 1980) abzugrenzen. Hervorzuheben sind auch die Beiträge von Lehnertz (1984, 1985, 1987, 1988) zur differenzierten Erklärung der internen Muskelmechanik von schnellkräftigen

Bewegungen mit geringen bis mittleren Widerständen mittels seiner Theorie des "Kraftfluchteffektes", welche die besondere Rolle der Trägheit verdeutlicht. Daraus kann auf eine wesentliche Möglichkeit zur Effektivierung schnellkräftiger Bewegungen geschlossen werden. Im Unterschied zum erhobenen Anspruch sind damit jedoch nicht alle beobachteten Erscheinungen zu klären. Eine weitgehende Erfassung der komplizierten Vorgänge bei schnellkräftigen Bewegungen wird mit der gleichzeitigen Objektivierung und Analyse kinematischer und dynamischer Parameter erreicht. Für schnellkraft**ausdauernde** Bewegungen liegen keine adäquaten Erkenntnisse vor.

Unter biologisch-physiologischem Aspekt wird deutlich, daß die verbreiteten Auffassungen, besonders zur Realisierung von Ausdauerbelastungen, nicht den differenzierten Möglichkeiten zur synergetischen und variablen Nutzung sowohl der unterschiedlichen Energiestoffwechselwege als auch der Mobilisierung des Gesamtspektrums der verschiedenen Muskelfasertypen entsprechen. Vordergründig ist die Nutzung der anaeroben Energiegewinnung und die differenzierte Rekrutierung des Muskelfaserspektrums anzusprechen. Neben der Vernachlässigung des Prinzips der Dominanz spielt hier die Anwendung relativ globaler Belastungskennziffern zur Interpretation biologischer Adaptationen bis hin zur Muskelzelle eine wesentliche Rolle. Die Berücksichtigung der synergetischen, differenzierten und variablen Möglichkeiten zur Absicherung von Ausdauerbelastungen widerspricht dem gängigen Ausschluß von Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeitsanteilen aus der betreffenden Struktur personeller Leistungsvoraussetzungen.

Roth/Schwanitz/Pas (1987) fanden bei zyklischen Krafteinsätzen von Rudersportlern unter identischen Rahmenbedingungen (Zyklusfrequenz, Bewegungsamplitude, Krafteinsatzdauer, Arbeits- und Impulssumme), aber differenten Kraft-Zeit-Verläufen, ebenso differenzierte aktuelle (Laktatverhalten) und längerfristige (Muskelfaserveränderungen) physiologische Adaptationen. Dadurch wurde ein wesentlicher Ansatz zur Aufhellung bisher ungeklärter Adaptationsdifferenzierungen in Verbindung zur Schnellkraftausdauerfähigkeit erreicht.

Die handlungsregulativ-motorische Sichtweise verdeutlicht bezüglich der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit die Bedeutung sowohl der qualitativen als auch der quantitativen Ausprägung von Elementen der Handlungsregulation. Für Bewegungen mit hohem Krafteinsatz, hoher Geschwindigkeit, hoher Variabilität dieser Größen, geringer Zeitdauer oder entsprechenden biomechanischen Bewegungsbesonderheiten ist von einer allgemein begrenzten oder unmöglichen Regulation (closed loop) auszugehen (Bernstein 1988; Person 1974).

Unterschiedliche Bewegungsausführungen (z.B. schnell oder genau) manifestieren sich bis zu Unterschieden im langsamen Rindenpotential (EEG) bzw. dem Auftreten der Vorinnervation bei schnellen Bewegungen als Ausdruck unterschiedlicher Mechanismen der Handlungsregulation (vgl. Beyer/Schober/Schumann 1986). In Bezug auf die Realisierung schnellkräftiger und schnellkraftausdauernder Leistungen ist auf das zentralnervale Aktivierungsniveau, welches optimal ausgebildet sein muß, offensichtlich von der Belastungsintensität abhängt und sich ansonsten nach der Yerkes-Dodson-Regel verhält, hinzuweisen (Schober/Beyer 1984).

Ein weiterer Hinweis auf die Unterschiede der Handlungsregulation sind manifeste Bewegungsprogramme unterschiedlicher Länge - die sogenannten kurzen und langen Zeitprogramme (z.B. Bauersfeld, M. 1984), die sich im Nachwuchsbereich durch relativ unspezifische Trainingsmittel verändern lassen (Behrend 1989). Trotz genetisch stark festgelegter Elementarfähigkeiten (z.B. Nervenleitgeschwindigkeit) ist von einer relativ

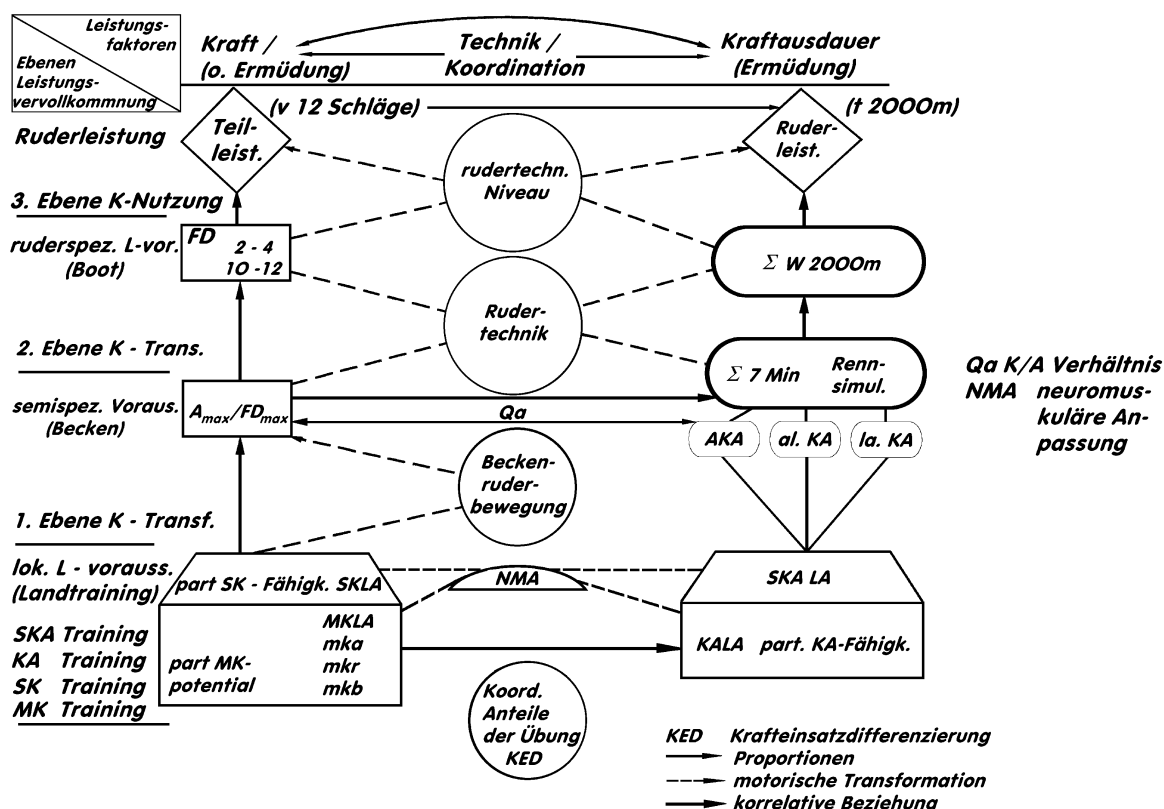
hohen Plastizität der hierarchischen Organisation auf gleicher und zwischen verschiedenen Ebenen der Bewegungsregulation auszugehen.

Im EMG schnellkräftiger Bewegungen zu beobachtende Innervationspausen (Schmidtbleicher 1980; Bauersfeld 1986a) weisen in Verbindung mit anschließenden Einbrüchen in der Kraft-Zeit-Kurve (lange Zeitprogramme) auf die Existenz peripherer Hemmprozesse, die zentral gesteuert überwunden werden können (kurze Zeitprogramme), hin.

Die von unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen zu beobachtenden Besonderheiten schnellkräftiger Krafteinsätze lassen auf eine universelle Bedeutung spinalreflektorischer Vorgänge, insbesondere des spinalen Dehnungsreflexes und dessen differenzierte Nutzung schließen, wodurch in besonderem Maße schnellkräftige Bewegungen geprägt werden. Die Relevanz kann nicht auf Bewegungen mit ausgeprägten exzentrischen Phasen eingeschränkt werden.

Zusammenfassend für alle wissenschaftsdisziplinären Aspekte muß für die Schnellkraft ein unvollständiger und z.T. hypothetischer und bezüglich der Schnellkraftausdauerfähigkeit ein vergleichsweise unscheinbarer und z.T. fehlender Erkenntnisstand registriert werden. Für eine eingehende Beschreibung dieser Fähigkeiten sind sowohl komplexe als auch hochdifferenzierte Charakteristika zu berücksichtigen.

Diese Situation verleiht der Verifizierung des hypothetischen Einbeziehens der Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit von Mahlo in sein Modell der konditionellen Leistungsvoraussetzungen des Ruderns und deren Transformationsebenen (1988, 30a, Abb.3) hohe Relevanz.



V.

Für die Untersuchungen galten folgende Fragestellungen und Hypothesen:

1. Treten bei der Bewegungsaufgabe Geschwindigkeitssteigerung im Krafttraining Ausführungsvariationen auf und welche Adaptationen lassen diese bei der Anwendung der Geschwindigkeitsorientierung im Krafttraining erwarten?

Zur Realisierung der Bewegungsaufgabe Geschwindigkeitssteigerung im Krafttraining ist mit einer interindividuell grundsätzlich ähnlichen kinematischen und dynamischen Reaktion der Sportler zu rechnen. Diese durch die Forderung nach Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit induzierte Wirkung kann mit entsprechenden biomechanischen Kennzeichen des spezifischen Leistungsvollzuges verglichen und hinsichtlich zu erwartender Transformationseffekte gewertet werden.

Die kinematische und dynamische Charakteristik der Sportlerreaktionen auf die Forderung nach Geschwindigkeitserhöhung (im Serienmittel) bildet außerdem eine konkrete Ableitungsebene einer für das Rudern relevanten Definition der Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit sowie zu deren Diagnostik.

2. Weisen Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftwerte eine höhere Relevanz in der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns auf als die entsprechenden bereits verifizierten Fähigkeiten der bisherigen Kraftdiagnostik (Kraftausdauer und Maximalkraft)?

Trotz der eindeutigen Dominanz der Kraftausdauer- und Maximalfähigkeit für die konditionelle Absicherung der Bewegungsgeschwindigkeit bei der Realisierung von Kraftausdaueranforderungen wird erwartet, daß die zusätzliche Berücksichtigung von Leistungsvoraussetzungen zur Realisierung höherer Bewegungsgeschwindigkeiten beim Überwinden anforderungsbezogener Bewegungswiderstände (Schnellkraft- und Schnellkraftausdauerfähigkeit) eine weitere Aufhellung der Struktur konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Rennruderns im Sinne einer höheren Aufklärung der komplexen konditionellen Leistungsfähigkeit und entsprechende Schlüsse für die Trainingsstruktur erbringt.

3. Welche trainingsmethodisch-praktischen Schlußfolgerungen ergeben sich zur inhaltlichen Lösung des Widerspruchs von effektiver Vervollkommnung der Kraftfähigkeiten einerseits und der Sicherung eines hohen Übertragungseffektes auf spezifische Leistungskomponenten andererseits im Krafttraining?

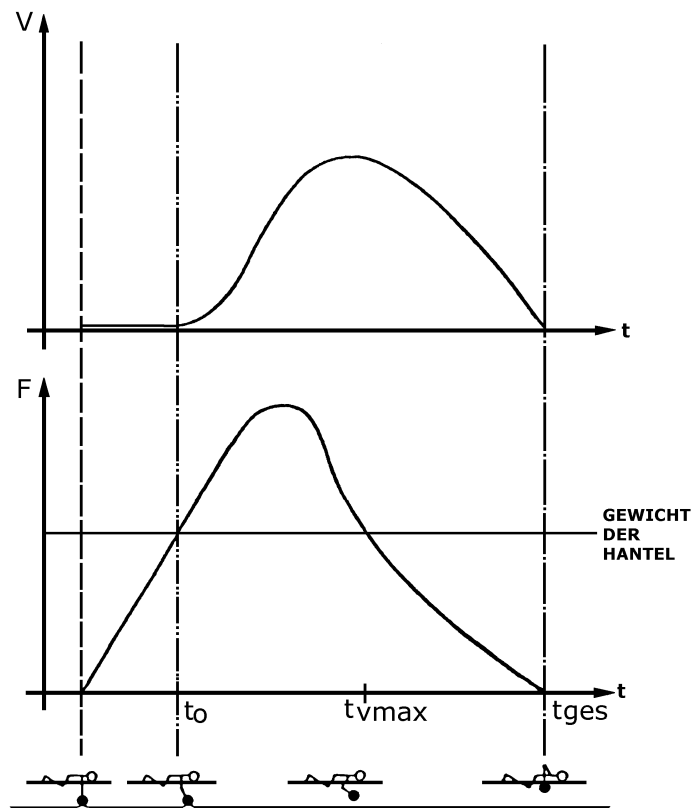
Die Untersuchungsergebnisse über Art und Bedeutung der Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit für die konditionelle Absicherung der Ruderleistung ermöglichen eine inhaltlich abschließende Vervollkommnung des Krafttrainingsystems des Rennruderns, welche die Entscheidung über Bezugsgeschwindigkeiten der spezifischen Ruderbewegung einschließt.

VI.

Um die Komplexität des biomechanischen und trainingsmethodischen Problems zu beherrschen und damit überhaupt erst einen praktikablen und effizienten Lösungsansatz zu schaffen, wurde eine Prinziplösung an Hand der Haupttrainings- und Testübung liegend Anreißen mit Absetzen (LAmA) bzw. Bankziehen oder Armziehen angestrebt. Nur durch eine derartige Begrenzung konnte der Komplexität und Kompliziertheit des biomechanischen Geschehens Rechnung getragen werden. Die untersuchungsmethodische Einengung auf diese Übung ist ein aus Voruntersuchungen gewonnenes Selektionsergebnis gegenüber Übungen wie Bankdrücken, Kniebeuge und Zug bis zum Rippenbogen, die den Kriterien für die Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit nicht entsprechen.

Die kinematische und dynamische Kennzeichnung der Ruderwettkampfbewegung weist unter mehreren Aspekten auf eine exponierte Rolle des Armzuges bezüglich der Realisierung hoher Geschwindigkeiten und Beschleunigungen bei erheblichen Kräften im Vorder- und besonders im Endzug hin. Während im Vorderzug durch die Armzugmuskulatur, vorrangig isometrisch, schnell hohe Kräfte entfaltet werden müssen, um ein adäquates Widerlager für den weit stärkeren Beinstoß zu schaffen, muß im Endzug die Geschwindigkeit des bereits beschleunigten Systems weiter erhöht und dessen Impuls, dem eintretenden Geschwindigkeitsabfall entgegen, in möglichst hohem Maße aufrechterhalten werden.

Eine Kennzeichnung der Übung liegend Anreißen, die den Armzug repräsentiert und Schlußfolgerungen für andere Teilbewegungen erlaubt, bietet sich an Hand kinematischer und dynamischer Grundverläufe an (nach Nolte 1988).



Die Testbedingungen dieser Übung waren für die Maximalkraft- und Kraftausdauerfähigkeit normiert und wurden in dieser Konstruktion auch für die Tests zur Bewegungsgeschwindigkeit unter Zuhilfenahme der Speedometrie angewandt. Mit dieser Vorgehensweise eröffnete sich die Möglichkeit, bei sonst unveränderter Belastungsgestaltung des Krafttrainings und bestehender Tests zusätzliche Informationen über die Bewegungsgeschwindigkeit zu erlangen. Neben der digitalisierten Objektivierung des Maximalwertes der Geschwindigkeit bestand die Möglichkeit, das Spannungssignal analog in Form einer Geschwindigkeits-Zeit-Kurve darzustellen. Die beiden Geschwindigkeitsanalyseverfahren ermöglichen durch ihre Kombination die Erlangung weiterer abgeleiteter Parameter sowie die gegenseitige Kontrolle zur Sicherung der Reliabilität. Die grundlegenden Daten aus der Kombination von Speedometrie (Maximalwertspeicher) und Analogschrieb sind:

- v_{\max} (cm/s)
- $t_{v\max}$ (s) und
- t_{ges} (s).

Weitere Geschwindigkeitswerte sind durch das Bilden von Verhältnisgleichungen zur Maximalgeschwindigkeit und die Bestimmung betreffender Zeitintervalle ermittelbar. Die Ansiedlung der Untersuchungen im Hochleistungsbereich führte zu der im Leistungssport gängigen Einschränkung, daß es nicht gelang, die Population in Untersuchungs- und Kontrollgruppen zu differenzieren, wie es für ein pädagogisches Experiment wünschenswert ist.

Die Untersuchungen erfolgten vorrangig im weiblichen und zum Teil im männlichen Seniorenbereich des DRSV der DDR (Nationalmannschafts- und Olympiakader) vom Trainingsjahr 1984/85 bis zum Trainingsjahr 1989/90, also bis zum Ende seines Bestehens, woraus sich untersuchungsmethodische Konsequenzen ergaben.

VII.

Der Untersuchungsverlauf und die erreichten Erkenntnisse bestätigten die Relevanz einer strikten Unterscheidung zwischen biomechanischer Meßgröße und der repräsentativen Testgröße einer Fähigkeit. Bis zur Erlangung sicher differenzierender Erkenntnisse ist diese Trennung auch untersuchungsmethodisch sinnvoll, da die Erkenntnisse voneinander relativ unabhängige Aussagen darstellen, die ebenso unabhängig voneinander zu unterschiedlichen trainingsmethodischen Konsequenzen führen können.

Das Aufrechterhalten der bewährten Belastungsgestaltung und deren Qualifizierung durch das zusätzliche Einbeziehen der Bewegungsgeschwindigkeit in dieses Trainingsregime kommt den Anforderungen, die sich aus den gewonnenen Erkenntnissen ableiten lassen, am nächsten, ohne daß damit bereits die notwendige Differenziertheit der Belastungsgestaltung beherrscht wird.

Die im Krafttraining auftretenden Geschwindigkeiten sind bei Teilkörperübungen den funktionellen Teilbewegungen des Ruderdurchzuges vergleichbar, während bei Ganzkörper- oder Komplexübungen analoge additive Effekte der Teilkörperbewegungen bezüglich der resultativen Geschwindigkeit auftreten, wie sie im Ruderdurchzug zu beobachten sind. Die Unterschiede in den Geschwindigkeitsverhältnissen allgemeiner, spezieller und spezifischer Übungen des Krafttrainings resultieren aus den unterschiedlichen biomechanischen Realisierungsbedingungen und lassen nicht auf analog

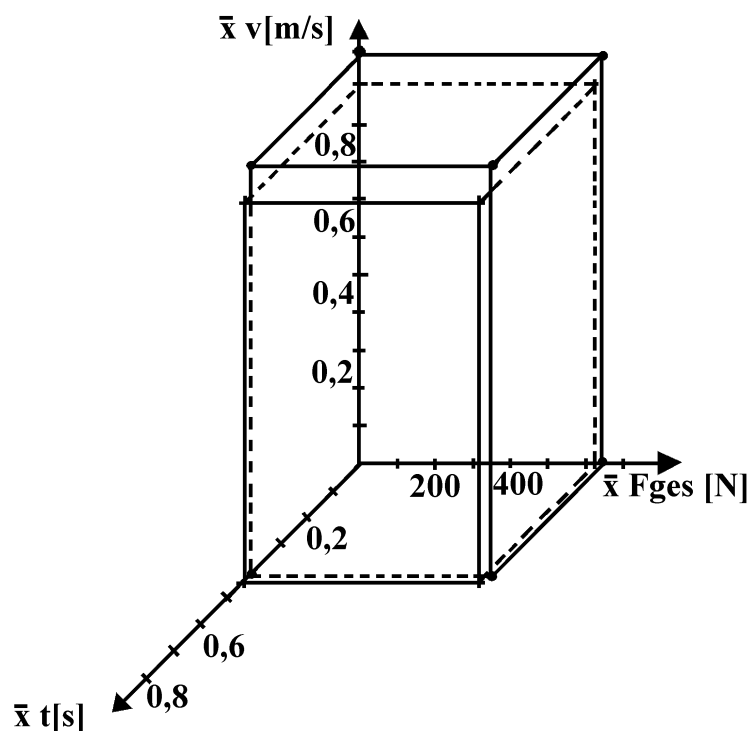
unterschiedliche Fähigkeitsbeanspruchungen schließen. Eine formelle Angleichung der Bewegungsgeschwindigkeiten in den unterschiedlichen Bereichen des Krafttrainings an jene des spezifischen Leistungsvollzuges entspricht nicht den inhaltlichen Relationen bzw. der Kausalität der Belastungskennziffern im Krafttraining und ist deshalb abzulehnen. Die konkrete Dimensionierung der Belastungskennziffern muß bei deren Aussteuerung auf die inhaltliche Determination sowie die biomechanischen Bedingungen bezogen werden. Hinsichtlich der unterschiedlichen Wirkung von Belastungskennziffern in verschiedenen Bereichen des Krafttrainings ist auf den massiven Einfluß der Bewegungsfrequenz auf den Bewegungswiderstand und die Bewegungsgeschwindigkeit bei der Anwendung semispezifischer und spezifischer Trainingsmittel (Rudergometer, Ruderbecken, Boot) hinzuweisen. Bei der Variation der Belastungskennziffern ergeben sich zumindest individuelle Optimalausprägungen dieser Kennziffern bezüglich der Realisierung maximaler Bewegungsleistungen.

Als zusätzliche Belastungsdosierungsgröße im bereits bestehenden Kennziffernsystem des Krafttrainings erwies sich die Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit als eine wesentliche Leistungsreserve, deren Nutzung in der Regel eine spezielle Steigerung der Belastungsanforderung mit erhöhten physiologischen Auslenkungen (Hf, Laktat) darstellt, die sich aber bereits innerhalb des bestehenden Trainingsregimes durch die Pausengestaltung aussteuern läßt. Damit erwies sich die Sicherung der vorrangig aerob-alaktaziden Stoffwechsellage bzw. das Festhalten an der bewährten Vorgabe des subjektiven Belastungsgrades von 4,0 bis 5,0 mmol Laktat/l bzw. die Einhaltung der nicht zu überschreitenden Obergrenze von 6,0 mmol Laktat/l im Kraftausdauertraining als möglich und sinnvoll.

Im Verlauf der Überarbeitung des Krafttrainingsmittelkataloges wurde die Bewegungsgeschwindigkeit zunächst im Frauen- und anschließend im Männerbereich des DRSV in das Maximalkraft- und vor allem in das Kraftausdauertraining einbezogen (vgl. Trainingsmittelkatalog der FG Krafttraining von Jan. 1990). Die erzielten Untersuchungsergebnisse bestätigen die Richtigkeit dieses Vorgehens und erlauben eine zielgerichtete Umsetzung dieser Trainingsprogramme!

Die Ergebnisse bestätigten einerseits grundlegende Auffassungen zur Gestaltung des Krafttrainings und zeigten andererseits die Notwendigkeit einer intern-differenzierten Qualifizierung.

Für das liegend Anreißen ergab sich z.B. für die Phase t_0 bis t_{vmax} (Durchschnittswert für 80 Wiederholungen) beim Vergleich normaler (+) und geschwindigkeitsorientierter (•) Bewegungsausführung innerhalb des Kraftausdauertrainings folgende dreidimensionale Darstellung von unter konditioneller Sicht besonders bedeutsamen Parametern (Durchschnitt für 12 Sportlerinnen):



Parameter		normale Bewegungsaus- führung		geschwindigkeits- orientierte Bewegungsausführung		Sig- nifi- kanz
		Mwt. / Strg. (n=12)		Mwt. / Strg. (n=12)		
realisierte ZL	(%)	64 ,05	2,57	64 ,05	2,57	
realisierte ZL	(kg)	50 ,63	2,64	50 ,63	2,64	
v _{max} (Mwt.)	(m/s)	1,01	0,12	1,09	0,13	**
t _{vmax} (Mwt.)	(s)	0,44	0,06	0,42	0,04	**
b _{vmax} (Mwt.)	(m/s ²)	2,39	0,61	2,70	0,55	**
F _{b,vmax} (Mwt.)	(N)	121,48	33,04	137,15	30,94	**
F _{ges,vmax} (Mwt.)	(N)	627,73	50,84	643,40	51,26	
FGR _{vmax} (Mwt.)	(N/s)	292,41	122,68	339,78	105,64	*
I _{vmax} (Mwt.)	(kgm/s)	51,14	7,41	55,49	8,26	*
P _{b,vmax} (Mwt.)	(Nm/s)	126,81	47,54	154,77	49,63	**
P _{ges,vmax} (Mwt.)	(Nm/s)	638,12	119,72	709,74	131,04	**

Mit der zusätzlichen Objektivierung und Aussteuerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining erreicht die Hauptbelastungskennziffer Kraft die höhere Qualität Leistung, wodurch eine Steigerung der mechanischen Leistungsabgabe bzw. der muskelmechanischen Antriebsleistung und damit der Bewegungsleistung erfolgt. Auf diese Weise ist eine verstärkte Beeinflussung wettkampfspezifischer konditioneller Leistungsanteile des Ruderdurchzuges mittels Krafttraining möglich.

Die bei der Aussteuerung der Bewegungsgeschwindigkeit auftretende Straffung der Zusammenhänge zwischen den biomechanischen Belastungskennziffern ist Ausdruck eines verringerten Spielraumes zwischen geforderter und tatsächlicher Belastung. Die generell bestehende Leistungsreserve zeigte sich individuell unterschiedlich ausgeprägt,

schwer objektivierbar und nicht bei allen Sportlern existent. Das bereits bestehende Belastungskennziffersystem erwies sich als in hohem Maße belastungsaussteuernd.

Die differenzierte Analyse der normalen und der geschwindigkeitsbetonten Bewegungsausführung von Serienbelastungen im Kraftausdauertraining zeigte sowohl konditions-, trainingsgruppen- und bootsklassentypische Unterschiede der Belastungsgestaltung, die jedoch von den individuellen Streuungen überdeckt wurden, als auch ebenso individuell biomechanisch heterogene Reaktionen auf die Forderung nach Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit bei sonst konstanten Belastungsanforderungen. Einige Sportler nutzten die zusätzlich geforderte motorische Aufgabe bereits, um vorhandene Defizite der Maximalkraftfähigkeit auszugleichen.

Insgesamt zeigten sich die Differenzierungen der Bewegungsausführung auf die Forderung nach Maximierung der Bewegungsgeschwindigkeit von Kraftausdauererienbelastungen in biomechanisch sinnvollen Veränderungen des Kraftanstiegverhaltens. Die Differenzierungen im Kraftanstiegsverhalten von Kraftausdauererienbelastungen entsprechen analog den Erscheinungen azyklischer Bewegungen wie dem Schnellkraftindex (Werchoshanski/Tatjan 1975), der Explosiv- und Approximationskraft (Schmidtbleicher 1980) oder dem Kraftgradienten (Über die Anfangs- oder Startkraft lassen sich auf Grund der ausschließlichen Verwendung kinematischer Daten keine Aussagen treffen.), werden aber gegenwärtig nicht partiell im Krafttraining von Ausdauersportarten objektiviert, quantifiziert oder gar direkt gesteuert bzw. trainiert. Die Möglichkeiten dazu sind an eine weiterentwickelte gerätetechnische Ausstattung des Krafttrainings und die Erlangung weiterer adäquater Erkenntnisse gebunden. Dazu sollten in Analogie zum spezifischen Leistungsvollzug (Meßboot) entsprechende universell einsetzbare Möglichkeiten (z.B. Kraftgeber) geschaffen werden, die zumindest den Kraftanstieg bzw. den Kraftverlauf sichtbar machen und so eine trainingsmethodische Orientierung im Krafttraining ermöglichen. Dies sollte zumindest in den Haupttrainingszentren realisiert werden. Die Effekte des Krafttrainings sollten zunehmend differenziert, beginnend an Hand wettkampfspezifisch resultativ-relevanter Kennziffern wie Impuls und Leistung, gewertet werden. Damit ist die Dreidimensionalität des mechanischen Ergebnisses (Kraft, Geschwindigkeit, Dauer) erfaß- und auf biomechanisch sinnvolle funktionelle Phasen des Einzelzyklus transformierbar.

VIII.

Bei den Untersuchungen zur Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit zeigte sich, daß für diese Untersuchungsdaten die grundlegenden mathematisch-statistischen Voraussetzungen (prinzipielle Normalverteilung und Linearität der Korrelationen) gegeben sind (relativ große leistungssportliche Untersuchungspopulation) und demzufolge von hier aus keine Einschränkung der Reliabilität und Validität der Untersuchungsergebnisse kalkuliert werden muß, wie das oft für Untersuchungsergebnisse im Leistungssport impliziert wird. Deshalb erscheint die Prüfung dieser Voraussetzungen als ein Kriterium der Untersuchungsergebnisbewertung durchaus angebracht (entsprechende Populationen vorausgesetzt). Dies gilt besonders für aufwendige und anfällige Verfahren, deren Ergebnis wesentlich von diesen Voraussetzungen abhängig ist.

Für die konditionelle Ruderleistung relevante Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftleistungen zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Maximal-

kraftfähigkeit und dem zentralnervalen Aktivierungsniveau. Besonders die Schnellkraftausdauerfähigkeit erweist sich als hochkomplexe Fähigkeit mit breiten konditionellen und nachweisbaren neurophysiologischen bzw. handlungsregulativ-motorischen Leistungsanteilen.

Im Unterschied zur Differenzierung unterschiedlicher Schnelligkeitsfähigkeiten entsprechend verschiedener Wettkampfphasen wie im leichtathletischen Sprint (z.B. Heß 1984) wurden in den vorliegenden Untersuchungen keine Teilphasen analysiert, sondern alle Wiederholungen der betreffenden Serie zu einem Durchschnittswert zusammengefaßt. Dieses Vorgehen resultiert aus dem Vorhaben, die Relevanz der Schnellkraftausdauerfähigkeit überhaupt erst einmal nachzuweisen und erforderte, die Gesamtdurchschnittswerte zunächst in den Vordergrund zu stellen. Die Bestimmung und Analyse relevanter Phasen des Ruderwettkampfes wurde durch die vorliegenden Untersuchungen nicht berührt und steht als nachgeordnete Problematik, besonders in Relation zu unterschiedlichen personellen Leistungsvoraussetzungen, noch aus.

Präzisiert für das Rudern und damit relevant für die Kraftausdauersportarten insgesamt sind die Schnellkraftausdauer- und die Schnellkraft als Fähigkeit zur Kraftentfaltung in den funktionell relevanten Phasen der Einzelzyklen bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit, oder allgemeiner, als qualitative Ausprägungen des Kraftanstiegverhaltens zyklischer und azyklischer Basiskraftfähigkeiten (Kraftausdauer- und Maximalkraftfähigkeit) zu definieren.

Neben diesen formellen Gemeinsamkeiten beider Fähigkeiten bestehen in Abhängigkeit von der geforderten Wiederholungszahl konkrete Unterschiede in der Dynamik und Höhe des Kraftanstieges, dessen zeitlicher Ausdehnung, der resultierenden Geschwindigkeit u. dgl., worin sich gemeinsame und qualitativ unterschiedliche Fähigkeitsgrundlagen und -ausprägungen widerspiegeln.

Diese Definition stellt eine Korrektur bzw. eine Präzisierung bisheriger Ansätze über die Geschwindigkeit ohne differenzierten funktionellen Zeitbezug im Einzelzyklus dar und ist kompatibel zu den schwer erfaßbaren oder latenten Teilvoraussetzungen (energetische und neurophysiologische) dieser Fähigkeiten.

Im Zusammenhang mit den geringen Zeitintervallen und der hohen Intensität der definierten Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit muß auf die trotz der Zyklizität von Ausdaueranforderungen begrenzten Möglichkeiten der Regulation des Kraftanstieges in der Antriebsphase hingewiesen werden. Dies trifft in besonderem Maße für die Phase des maximalen Kraftanstieges bzw. der maximalen Beschleunigung zu, wo die Zeitintervalle für exterozeptiv geführte Bewegungen bei subjektiv maximaler Belastungsintensität unterschritten werden (unter 0,2 s). Hier scheint auch die Suche nach Verbindungen zur Krafteinsatzdifferenzierungsfähigkeit sinnvoll.

Die vorrangig konditionell determinierte Ruderleistung (komplexe konditionelle Leistungsfähigkeit unter semispezifischen Bedingungen der Leistungsabgabe - Ruderergometer oder Ruderbecken) erwies sich stark abhängig sowohl von der auf der Grundlage der Untersuchungen definierten Schnellkraftausdauer- als auch der Schnellkraftfähigkeit.

Tendenziell erwies sich die Höhe der entwickelten Kraft, bezogen auf inhaltlich und zeitlich definierte Funktionsphasen der Einzelzyklen (Phase der maximalen Beschleunigung bzw. der maximalen Kraft und daran anschließende Phase bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit oder deren Wertung als eine Gesamtphase), relevanter als der Kraftanstieg pro Zeiteinheit ohne funktionell-zeitliche Bezüge. Die schnelle Kraftentfaltung scheint in der Phase der maximalen Beschleunigung bzw. der maxima-

len Kraftentfaltung eine exponiertere Bedeutung zu haben, während das anschließende Erreichen des Geschwindigkeitsmaximums stärker durch die Maximalkraft- bzw. die Kraftausdauerfähigkeit determiniert ist.

Die Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftkennziffern wiesen keine sie als Fähigkeit einschränkende signifikanten Beziehungen zu entsprechenden anthropometrischen Daten auf.

Die Schnellkraftfähigkeit wies im Verlauf von konditionell hochbelastenden Trainingslagern (Höhentrainingslager T II Bulgarien) eine Ermüdungs- und Erholungsdynamik auf, die im Vergleich mit kurzfristig veränderlichen Stoffwechselfparametern (Harnstoff, Laktat) für eine latente Fähigkeitscharakteristik mit kumulativen Effekten typisch ist. Mit Hilfe eines relativ unaufwendigen Schnellkrafttestes sind bei Kenntnis der individuellen Normwerte Rückschlüsse auf das aktuelle Niveau des allgemeinen psychophysischen Leistungszustandes möglich.

Im Verlauf des Trainingsjahres zeigen sich bei der Schnellkraftausdauerfähigkeit (210 schnellkraftausdauernde Wiederholungen) in der Regel hoch signifikante und bei der Schnellkraftfähigkeit (eine schnellkräftige Bewegung) einzelne signifikante Veränderungen. Dies galt wiederum für die Höhe und Dauer des Krafteinsatzes in der Phase der maximalen Beschleunigung bzw. deren Wirkung (Impuls in dieser Phase) besonders.

Die Veränderungen im Längsschnitt zeigten sich als individuell heterogene Wirkungen des Krafttrainings. Die differenzierten Möglichkeiten zur Steigerung der Bewegungsleistung wurden nur teilweise und vor allem isoliert genutzt. Verbesserungen über alle relevanten Parameter der Schnellkraftausdauerfähigkeit und relevanten funktionellen Bewegungsphasen zeigten sich nur bei trainingsälteren, im Verlauf der Wettkampfperiode erfolgreichen Sportlerinnen!

Mit den bisher verwendeten Kennziffern der Kraftfähigkeiten (Maximallast und Testlast für 210 Wiederholungen im Kraftausdauer-test) können diese Möglichkeiten nicht erfaßt oder transparent gemacht werden und bleiben deshalb für Trainer und Sportler unsichtbar. **Lediglich der Maximalimpuls im Mittel von 210 Wiederholungen bei variabler Testlast wäre mit den vorhandenen, relativ einfachen Mitteln objektivierbar und würde gleichzeitig einen Problemzugang bilden können. Allerdings wäre auch auf diese Weise das Problem nur indirekt und damit nicht in seiner Differenziertheit erfaßbar, die sich im Kraftanstieg über der Zeitachse in mehreren funktionellen Phasen manifestiert. Eine solche indirekte Einflußnahme auf die differenzierte Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit ist einem unveränderten Trainingsregime im Krafttraining bereits überlegen.**

Die wesentlichste und abschließende Erkenntnis aus den Untersuchungen zur Bewegungsgeschwindigkeit sowie der Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit besteht darin, daß eine erfolversprechende Lösung des Kompromisses zwischen effektiver Vervollkommenung der Kraftfähigkeiten einerseits und der Sicherung eines hohen Übertragungseffektes auf die angezielten spezifischen Leistungskomponenten andererseits in der Objektivierung und Quantifizierung bzw. der zielgerichteten Optimierung des Kraftanstiegverhaltens über der Zeit des Einzelzyklus bzw. der Serie innerhalb des Krafttrainings und des Konditionstrainings insgesamt besteht.

Damit konnte das hypothetische Einbeziehen der Schnellkraftausdauer- und Schnellkraftfähigkeit von Mahlo in sein Modell konditioneller Leistungsvoraussetzungen des Ruderns und deren Transformationsebenen (1988, 30a, Abb.3) verifiziert werden.

Die erlangten Erkenntnisse besitzen, nachgewiesen am Beispiel des Armzuges, zunächst prinzipiellen Charakter. **Die schlußfolgernde Einordnung des schnellkraftausdauernden Armzuges in den ganzkörperlichen Krafteinsatz der Ruderbewegung lenkt die Aufmerksamkeit sowohl auf den Beginn des Durchzuges (Wasserfassen und Druckaufbau in Verbindung mit kräftigeren Muskelgruppen) als auch auf den Endzug mit seiner kinematisch deutlichen Armzugaktivität.** Bei Verallgemeinerungen und Übertragungen auf den komplexen Ruderdurchzug und/oder andere Muskelgruppen ist deren andersartiges Bedingungsgefüge zu kalkulieren. Hier liegen künftige Untersuchungsschwerpunkte für die Erweiterung und Verdichtung der Erkenntnisse zur Bewegungsgeschwindigkeit und Schnellkraftausdauerfähigkeit im Rennrudern und andere Ausdauersportarten.

Dies betrifft auch die motorische Beherrschung bzw. biomechanisch sinnvolle Gestaltung des Krafteinsatzes über das Konditionstraining hinaus. Dazu sind die Untersuchungen auf den semispezifischen und den spezifischen Bewegungsvollzug auszudehnen, um u.a. Erkenntnisse zum Verhältnis von konditioneller Fähigkeits- und sporttechnischer Fertigkeitsentwicklung zu erlangen.

Die zu ergänzenden Schwerpunkte im Krafttraining von Ausdauersportarten bezüglich des Schnellkraftausdauertrainings bestehen **erstens** in seiner chronologischen Eingliederung in die Abfolge des Kraftausdauertrainingskomplexes zwischen der quantitativen Finalausprägung der Kraftausdauerfähigkeit und dem qualitativen Übergang zum Schnellkraftausdauertraining vor der Frequenzsteigerung. Der **zweite** Schwerpunkt korrespondiert mit dem ersten und beinhaltet die Anwendung des Schnellkraftausdauertrainings auf allen Trainingsmittelebenen - also auch im semispezifischen Training und im speziellen Krafttraining mit allgemeinen Mitteln.

Als abschließender Ausblick kann festgestellt werden, daß sich neue Erkenntnistrends im theoretisch-grundlegenden Bereich für die Maximalkraft- und Schnellkraftfähigkeit abzeichnen, die zumindest indirekt zur weiteren Klärung der behandelten Problematik beitragen könnten. Folgende Erkenntnisschwerpunkte scheinen trüchtig:

- Rückschlüsse auf die Beteiligung der Muskelfasern an Schnellkraftanforderungen an Hand entsprechender Teilanstiege von Kraftkurven (Tidow/Wiemann 1993),
- Klärung der Möglichkeit einer gleichzeitigen Innervation aller Muskelfasertypen entgegen des Größenordnungsprinzips (a.a.O.; Billeter/Hoppeler 1994) oder einer vorzeitigen Innervation der schnellkontrahierenden Muskelfasern (Sale 1994, 257),
- weitere phänomenologisch-inhaltliche Differenzierung der Kraftanstiegskurven und deren selektive Beeinflussung durch unterschiedliche Gestaltungsvarianten des Krafttrainings (Wahl von Kontraktionsweisen, deren Kombinationen, Intensitäten... - Schmidtbleicher 1994),
- Abhängigkeit des Wirkungsgrades konzentrischer Kontraktionsphasen von der Intensität der vorhergehenden exzentrischen Kontraktionsphasen (Komi 1994, 178) und Regulationsmöglichkeiten der muskulären Elastizität (Stiffness),
- Beeinflussung von Schnellkraftleistungen durch nicht unmittelbar vorhergehende maximalkräftige Muskelkontraktionen (Güllich/Schmidtbleicher 1995),
- Veränderung der Muskelfasern in Folge von Krafttraining innerhalb des Muskelfasertyps und über die Typgrenze hinaus (zumindest benachbarter Fasertypen - Tidow/Wiemann 1993; Tidow 1994) und

- Prüfung der mittels EMG zu beobachtenden Zunahmen von Aktivierungshöhe und Synchronisation (Moritani 1994, 271-274) mit dem Kraftanstiegsverhalten bei ermüdenden Belastungen (Entkopplung von elektrischer Aktivität und Kraftentfaltung).

Die angeführten Ergebnisse unterstützen das praxisrelevante Verständnis, den Muskel trotz seiner heterogenen Zusammensetzung aus unterschiedlichen Muskelfasertypen als funktionelle Einheit zu betrachten, die zu z.T. latenten, aber stark adaptive Reaktionen auf Trainingsbelastungen befähigt ist. Die Qualität dieser funktionellen Einheit ist Ergebnis prozessualer sowie komplexer Einflüsse auf sie selbst bzw. die ihr zuzuordnenden Funktionssysteme verschiedener Ebenen und lässt sich indirekt als Kraftanstiegsverhalten biomechanisch-phänomenologisch objektivieren.